# ELEMENTI

DI

# FISICA SPERIMENTALE.

TOMO I.

# PREFAZIONE.

*Il rapido spaccio di tutte le cinque Edizioni da me fatte di quest' Opera, e sì pure delle moltissime altre, che sonosi pubblicate quì in Napoli, ed altrove, mi ha indotto a ristamparla di bel nuovo. I continui, ed efficaci sforzi de' gran Filósofi de' nostri tempi per poter penetrare più addentro nella conoscenza della Natura, rendendo quest' Opera soggetta al bisogno di aver di tratto in tratto de' nuovi accrescimenti, e di maggior perfezione; valgomi volentieri di questa occasione per arricchire questa sesta Edizione di aggiunte considerevoli, di schiarimenti, e di note, onde far palesi a' giovani allievi le interessanti scoperte fattesi di recente non solo per rapporto alla Fisica, ma sì pure agli altri rami di Scienze, che hanno con essa una strettissima connessione. Per tal modo vi si troveranno in quest' Opera tutti que' lumi necessarj, che si sono sparsi fino all' epoca presente su questa nobilissima Scienza. Oltrechè si è usata l' attenzione*

*di*

*di abbellire, o rifar quelle Tavole, che ho giudicato che l'uopo il richiedesse, per renderle nitide, e più esatte; nè si è mancato della più accurata diligenza perchè la stampa riuscisse correttissima.*

*Mi è sembrato anche necessario prima di tutto il far precedere in questo primo Volume alcuni Trattati, che non tornava bene che fossero posposti come nella Edizion precedente, ad oggetto di render l'Opera più metodica, e di facilitar l'intelligenza, e le pruove delle dottrine conseguenti.*

*Ho adoperata una cura speciale per far sì, che ciascuno rilevar potesse, per così dire, a colpo d'occhio, quali sieno le verità dimostrate, e quali le ipotetiche, ovvero fondate unicamente su pure conghietture; senza dissimulare che intorno a parecchi punti, ne' cui recessi non è ancora giunto a penetrare, ad onta de' più valevoli sforzi, l'umano intelletto, ci troviamo del tutto privi di lumi, e perciò abbandonati interamente nelle tenebre dell' incertezza.*

*Mi son creduto in obbligo nel tempo stesso di seguire un metodo tale in*

*in tutto il corso dell' Opera, che si potessero render manifesti a ciascuno que' principj, d'onde le rispettive verità immediatamente derivano, talchè scorger si potesse a chiaro lume quella stretta, e meravigliosa connessione, cui serbano scambievolmente ne' varj punti di vista le cagioni, e gli effetti; e quindi comprendere che questi, comechè innumerabili, e quasi infiniti, vengono tuttavolta originati da un picciolo, e determinato numero di cagioni; le quali quantunque regolate sempre da poche leggi economicamente stabilite da una infinita, ed imperscrutabile Sapienza, variano però in mille guise, per forza di modificazioni, i loro meravigliosi lavori. Non v'ha cosa, a parer mio, la quale sia sufficiente a destare in noi i più vivi sentimenti di stupore, e di ammirazione pel sapientissimo Autore della grande opera della Creazione, quanto il meditare un poco sulla prodigiosa semplicità, ed economia, con cui vedesi governato il general Sistema dell'Universo.*

*Finalmente essendomi proposto di rendere le dottrine fisiche anche le*

*più*

*più astruse, contenute in quest'Opera, facilmente intelligibili a tutti, se sia possibile, senza gran pena de' Maestri; e considerando, come sono stato sempre di avviso, esser questo un Corso di* Fisica Sperimentale, *e non di Fisica matematica; non mi è sembrato di alterare il sistema tenuto per lo innanzi, di schivare le dimostrazioni algebraiche, (che in parecchi casi mi avrebbero risparmiata molta fatica), per esser elleno adattate alla capacità di pochi studenti, e molto meno di coloro, che per conseguir la laurea dottorale, debbono quì assoggettarsi all'esame delle dottrine contenute in quest' Opera; vie maggiormente che una lunga esperienza ha pienamente corrisposto allo scopo prefisso.*

*Lungi dal lusingarmi che siffatto sistema voglia incontrare l'universale approvazione, e lontanissimo d'andar in traccia di lode, lascio ben volentieri a ciascuno la libertà di pensare su ciò a suo modo: ben pago l'animo mio di poter recare qualche giovamento a coloro, che si compiaceranno di farne uso.*

## AVVERTIMENTO.

*Credesi da molti che un'Opera in cinque volumi sia troppo estesa per un Corso elementare di Fisica; ed io converrei volentieri con esso loro, se le dottrine contenute ne' cinque volumi si dovessero insegnare ai giovani interamente. Ma mi si dica di grazia che mai far si dovrebbe volendola ridurre in un compendio? Non altro, se non serbarne le dottrine generali, e tralasciarne lo sviluppo, e l'ulteriore schiarimento. Or ciò può praticarsi colla maggior facilità possibile da' Maestri, ed ecco come.*

## LEZIONE I.

*Dopo di aver insegnato l'articolo 1.° si passerà al 2.° fino alla pag. 11. Gli esperimenti ulteriori fino alla pag. 19 si lasceranno per la lettura degli studenti a tavolino. Indi si terminerà la Lezione spiegando il Paragrafo 19 riguardante l'omogeneità della materia, e tralasciando tutto il resto.*

*Dell' articolo 3.° potrassi trascegliere ciò ch' è detto sino al fine del §. 28, e poi proseguire co' §. 36, e 37 riguardanti la diversa densità de' corpi.*

*Gli articoli 4, 5, ed una porzione del 6 fino alla pag. 60 debbonsi spiegare interamente; e così intendasi dell' articolo 7 sulla forza di Gravità.*

LE-

## LEZIONE II.

*Tutte le dottrine appartenenti al Moto, contenute in questa Lezione, sono necessarissime. Il solo articolo 3.° sulle forze motrici potrà rimettersi alla lettura de' giovani studenti.*

## LEZIONE III.

*Nulla si dee tralasciare di questa Lezione, che in se contiene la seguela delle dottrine del Moto, che aprono la strada all' intelligenza della massima parte delle materie fisiche.*

## LEZIONE IV.

*Spiegato il 1.° articolo di questa Lezione, si passerà alla Dinamica. Per l' intelligenza di questa basterà insegnare l' articolo 2.° e'l 3.°, che in se comprende le leggi generali, che osservansi nell' urto de' corpi molli, tralasciando le regole de' casi particolari dichiarate negli articoli 4. e 5.*

*Si praticherà lo stesso per l'urto de' corpi elastici, di cui trattasi nell' articolo 6. fino al §. 205, tralasciando i casi particolari, che ne formano la seguela.*

*Finalmente si darà una idea dell' urto obbliquo sì de' corpi molli, come degli elastici, di cui trattasi nell' articolo 7.° L'artico-*

*ticolo* 8.° *essendo di facile intelligenza, potrà rimettersi alla lettura degli studenti.*

LEZIONE V.

*Nulla si può togliere da questa Lezione.*

LEZIONE VI.

*Dopo di aver data la conoscenza della Cosmografia, e degli Astri in generale, spiegata negli articoli* 1.° 2.° *e* 3.° *di questa Lezione, potrà tralasciarsi, e rimettersi alla lettura degli studenti il circostanziato ragguaglio di ciascun Pianeta, compreso nell' articolo* 4.°, *che non ha bisogno di spiegazione. Si spiegheranno soltanto le fasi della Luna; e poi si darà una breve idea della Parallasse, che forma il soggetto dell' articolo* 5, *per far comprendere ai giovani come si misurano le distanze, e le grandezze de' Pianeti. L'articolo* 6.° *dovrà spiegarsi interamente.*

LEZIONE VII.

*Non dee tralasciarsi l'articolo della Sfera Armillare, come neppure il seguente, ove spiegansi i fenomeni celesti col Sistema Copernicano.*

## LEZIONE VIII.

*Sono essenziali le Teorie delle forze centrali rapportate ai corpi celesti.*

*Per intender la cagione delle Marèe basterà ciò che è detto dalla pag. 357 alla pag. 367. Si può rimettere tutto il resto alla lettura degli studenti.*

---

*Proseguiremo a far lo stesso pe' volumi seguenti.*

*Per tal modo gli studenti avranno due vantaggi; cioè a dire quello di avere in quest'Opera le pure istituzioni elementari: e l'altro di avere un libro, onde poter ampliare cotali cognizioni facendo il loro studio a tavolino. In questo Avvertimento non si è fatto altro che indicarne la via; la quale potrà modificarsi, e forse migliorarsi coll'avvedimento, e colla prudenza de' Maestri, adattandosi alla capacità, ed alle circostanze de' loro allievi.*

## LEZIONE I.

### *Sulla Materia in generale.*



### ARTICOLO I.

#### *Dell'Esistenza, della Natura, e delle Proprietà della Materia.*

1. L'Oggetto della Scienza della Fisica, che direbbesi altrimenti *Scienza della Natura*, è tuttociò, chè v' ha di sensibile nel vasto Teatro dell' Universo: nel cui esame non ristrignesi ella soltanto alla considerazione degli effetti, e de' fenomeni, ma si sforza benanche, per quanto è possibile, di rintracciar le cagioni, che gli producono. È cosa inutile il porsi ad investigar seriamente per via di raziocinj, se coteste materiali sostanze, che colpiscono i nostri sensi di continuo ed in varie guise, abbiano o no realmente la loro esistenza. Se l' interna nostra coscienza ce ne ren-

de oltremodo sicuri, e se il nostro intelletto, ad onta dei maggiori sforzi possibili, non può concepire se non se materia; perchè mai affannar ci dobbiamo a volerlo poi matematicamente dimostrare, quasichè l'esistenza della materia svanisse per non aver noi de' mezzi da poterne convincere gli altri?

2. Se la *natura*, o vogliam dire l'*essenza* di cotesta materia, ci si potesse render nota in qualunque modo, sarebbe essa l'oggetto interessantissimo delle prime ricerche del Fisico. Ma poichè avvolta ella tra dense e folte tenebre, par che abbia finora delusi i più gravi sforzi degl'ingegni più perspicaci, uopo è riguardare le differenti opinioni de'Filosofi su tal punto come puramente vaghe, e immaginarie, e quindi tener per fermo chè l'idea, che si ha della materia, è del tutto imperfetta.

3. Questa verità si rende più soda, e più evidente col riflettere che non solamente siamo all'oscuro su ciò, che riguarda l'essenza della materia, ma v'ha eziandio ragion di credere che forse non ci sono conosciute tutte le sue proprietà. Di fatti, prima che Newton ne avesse suggerite le pruove, era un semplice sospetto, venuto a cognizione di pochi, che l'attrazione convenisse generalmente a tutt'i corpi. Ed ora chi mai ci può assicurare che non abbiano i medesimi altre proprietà a noi ignote?

4. For-

4. Forz' è ripartire in due classi le proprietà della materia a noi conosciute; comprendendo nella prima tutte quelle, che sono inseparabili da' corpi, e che sono sempre le medesime in qualunque luogo, in qualunque tempo, ed in qualsivoglia circostanza; laddove la seconda abbraccia tutte quelle altre, che non competono a' corpi se non se per accidente, dimodochè la loro privazione non porta seco la distruzione di quelli. Nella prima classe si annoverano l'*Estensione*, la *Solidità*, o vogliam dire *Impenetrabilità*, la *Figurabilità*, la *Mobilità*, l'*Inerzia*, ed altre tali. Alla seconda si appartengono il colore; l'esser freddo, o caldo; la fluidità, o la durezza; l'esser levigato, o scabroso; l'esser sonoro, odoroso, opaco, luminoso, ed infinite altre proprietà simili a queste: le quali ognun vede che possono variare a norma delle circostanze. Per lo contrario non v' ha corpo in Natura, che non sia sempre esteso; ond' è che Renato delle Carte riguardò l' estensione come l'essenza della materia, confondendo l'idea del corpo fisico con quella del corpo matematico. Similmente non v'ha corpo nell'Universo, che non sia solido; il che è lo stesso che dire, che non resista al tatto, e non impedisca un altro corpo di occupare il suo luogo nel tempo stesso. Questa proprietà rendesi palpabilissima col testimonio de' sensi, non altrimenti che l' estensione, specialmente per

via del tatto ; e può concepirsi assai meglio mediante un semplicissimo esperimento. Sovrapponete, per servirci d' un esempio, ad una lamina di ferro un' assicella di legno, od una verga d'altro metallo, e comprimetele fortemente con qualunque mezzo vi piaccia. Se la forza della pressione sarà gagliardissima, potrete forse schiacciarle in qualche maniera ; ma non vi riuscirà giammai di far sì che le parti dell' una vadano a compenetrarsi con quelle dell' altra. Se la pressione farassi in un altro esperimento per via di un martello, onde si battesse, diciamo, un chiodo per conficcarlo in un corpo cedevole, che supporremo un legno ; il chiodo conficcherassi entro al legno, od altra simile materia : ma ciò non chiamasi compenetrazione, ma separazione di parti. Ciò avviene soltanto perchè le parti di quel legno, ove il chiodo si conficca, premute tutt' all' intorno di quello, ritiransi a poco a poco per occupare i pori, o sia gli spazj voti esistenti in gran numero in ogni corpo, come dimostreremo nell' articolo III. I soli fantasmi, che si formano per mezzo di strumenti ottici o in altri modi artificiosi, sembrano compenetrarsi a vicenda : ma ognun sa che quelli non sono che immagini illusorie, e non già corpi reali, in cui il tatto non incontra veruna resistenza. Quindi Gassendo considerò l'essenza del corpo riposta nella solidità, non accorgendosi che non pos-

possono da essa derivare tutti gli altri, i quali come aderenti, dirò così, all'essenza, debbono necessariamente derivare da quella. Procedendo oltre in simil guisa, non si troverà un corpo, che non abbia una qualche figura; che non sia atto al moto, quantunque non si muova attualmente; che non sia divisibile in parti, di cui si compone; e finalmente che non sia *inerte*.

5. La conoscenza di tutte le rammentate proprietà della materia è derivata unicamente dall'esperienza; e poichè non v'ha corpo, su cui si possono istituire gli esperimenti, il quale non sia fornito di siffatte proprietà; ragion vuole che le medesime si reputino comuni anche a que' corpi, che non si possono assoggettare ad un tale cimento, e conseguentemente che si riguardino come universali della materia.

## ARTICOLO II.

### *Dell'Estensione, e quindi della Divisibilità della Materia in un prodigioso numero di parti; e della natura delle medesime, considerate come elementi de' corpi.*

6. La prima proprietà, che ci presentano i corpi, qualor gettiamo sopra di essi lo sguardo, è la loro *Estensione* in lunghezza, larghezza, e profondità, su cui assegnar si possono varj punti, gli uni distinti dagli al-

altri. Siam da ciò agevolmente indotti a concepire d'esser eglino atti a poter esser separati in alcun modo; e quindi ne deriva l'idea della divisibilità de' corpi, e della loro figura; conciossiachè non estendendosi essi all'infinito, forz' è che abbiano alcuni determinati limiti, da' quali poscia la figura risulta. Per poco che si voglia riflettere sulle proprietà, che ha la materia di poter esser divisa in parti, nasce tosto la curiosità di sapere i limiti di una tal divisione. Non è agevole però il rimanerne soddisfatto. Se la cosa vogliasi esaminare matematicamente, si troveranno delle dimostrazioni per provare che la materia è divisibile all'infinito. Basterà il rapportar quì la seguente, ch'è molto decisiva. Suppongasi che una particella qualunque di materia venga espressa dalla linea AB. Per le sue estremità A, e B, si facciano passare due rette CD, EF, tra se parallele, prolungate all'infinito. Se nella retta BF si prenda qualsivoglia numero di parti finite; e da un punto, come H, preso tra A, e C, si tirino altrettante linee rette a' varj punti di divisione; coteste rette segheranno la particella AB in un numero di parti ad esse corrispondente. Ciò non ostante però, per quanto grande vogliasi prendere siffatto numero, non si potrà giammai segare tutta la linea AB; imperciocchè essendo le due rette CD, EF, tra se parallele; non si potrà giammai dal punto H ti-

Tav. I. Fig. 1.

tirare una retta a qualunque punto di divisione assegnabile in B F, la quale vada a coincidere colla retta CD; e per conseguenza ci resterà sempre una porzione di A B tra A, ed O, che non mai si potrà finir di dividere, sia quanto si voglia immenso il numero de' punti presi in B F: donde si rileva ad evidenza esserci nella particella A B un numero infinito di parti.

7. Volendosi d' altronde porre al cimento l'immaginazione, sebbene possa questa concepire le più picciole particelle come dotate di una picciolissima estensione, e perciò capaci di poter esser divise sempre più in altre parti; pure, giunta che sia ad un certo segno, si smarrisce finalmente, e si confonde: le facoltà del nostro intelletto sono del tutto limitate; e ci troviam tanto imbarazzati nel concepire cento milioni di particelle in un granello di sabbia, quanto lo siamo nel volerci formar l' idea dell' estensione immensa dell' intero Universo. Lasciamo dunque da parte le dimensioni astratte, che fan l' oggetto della Matematica; e non ci affidiamo a' voli dell'immaginazione, che ci faran sempre rimanere nell' incertezza; ma osserviamo quello, che la Natura, e l' Arte ci offrono in realtà su tal punto; conciossiachè quantunque siffatti lumi non decidano, se il campo assegnato alla rapportata divisione si estenda all'infinito, nulladimeno ci mostrano ad evidenza, che la

materia è capace di esser divisa in un numero di parti così immenso, che giunge fino a stancare la più vivace immaginazione,

Se in una notte serena pongasi a cielo aperto una candela accesa; diffonderà questa tanta luce, che si potrà agevolmente scorgere fino alla distanza di due miglia, ossia di 10 mila piedi tutt' all'intorno. Egli è noto presso de' Matematici che uno spazio sferico, che abbia il semidiametro di 10 mila piedi, in se contiene 4 bilioni, 190 mila, 400, e più milioni di piedi cubici. Per via di un agevole sperimento si può rilevar di leggieri che una candela di sego di sei a libbra può continuare a bruciare per lo spazio di cinque ore, e quindi che nello spazio di un secondo viene a consumarsi $^1/_{14}$ parte di un grano di sego. E però egli è chiaro, che le particelle di luce sviluppate da $^1/_{14}$ di un granello di sego, illuminano uno spazio sferico, che in se contiene 4 bilioni, 190 mila, 400, e più milioni di piedi cubici, per lo continuato intervallo di un secondo. Ciocchè, a dir vero, ci fa rilevare che la picciolezza delle particelle della materia è immensa a segno tale, che supera di molto la forza della nostra immaginazione: la quale resterà viemaggiormente imbarazzata e confusa al riflettere, ch' essendo la luce lanciata da' corpi luminosi con una indicibile celerità, l' anzidetto spazio sferico vie-

viene ad esser riempiuto più migliaja di volte nell' intervallo di un secondo da quella luce, che si sviluppa da $^1/_{14}$ di un granello di sego.

9. E giacchè si ragiona di luce, si può dar mai argomento più convincente a pro dell' enorme divisibilità della materia, di quello che si ricava dal forare una carta colla punta di un finissimo ago? Collocandoci in un luogo aperto, e adattando destramente l' occhio al mentovato bucolino, ci si renderà visibile una buona parte del celeste emisfero. Per quanto suppor si voglia vivace la nostra immaginazione, chi mai potrà comprender col pensiero, oppur chi mai non ismarrirassi al solo tentar di considerare l' infinito numero di particelle di luce, le quali spiccate da ogni punto visibile del firmamento, uopo è che si facciano strada attraverso di quel foro per internarcisi nell' occhio, e quindi renderci sensibili tutti siffatti punti? Quale abisso di stupore non ci si para dinanzi al solo riflettere che tutti quegl' infiniti raggi debbono raccorsi nel tempo stesso nel picciolissimo spazio contenuto in quel foro! Qual mai adunque esser dee la loro sottigliezza, e quanto ancor più esili le particelle, ond' essi son composti!

10. Oltrachè è noto a'Fisici l' esperimento del Boyle, praticato con un' oncia d' acqua messa a bollire dentro di un picciol globo di rame guernito di un sottilissimo orifizio.

To-

Tostochè il vapore dell'acqua rarefatta incominciò a scappar fuori per l'orifizio medesimo, formò una spezie di piramide, che occupava lo spazio di circa 32 pollici cubici, e che continuò ad uscire dal globo per l'intervallo di 18, oppur 20 minuti. Or supponiamo, per render la cosa più agevole ad immaginarsi, che l'orifizio, onde usciva la mentovata piramide di vapore, si fosse rivolto ad un diverso punto in ogni secondo di tempo: è cosa indubitata, che nello spazio degli anzidetti 18 minuti, che uguagliano 1080 secondi, sortirono dal globo di rame 1080 differenti piramidi di vapore; ciascuna delle quali essendo uguale, come si è detto, a 32 pollici cubici, ne segue che l'accennata oncia di acqua ridotta in vapore, occupò lo spazio di 1080 volte 32, ossia di 34560 pollici cubici. Consideriamo ora che la lunghezza di un pollice si può da un perito Artefice dividere agevolmente in cento parti visibili ad occhio nudo; e sarem sicuri che a tenore di questa moderata supposizione, vi sarà in ogni pollice cubico un milione di particelle visibili: dal che ne segue che l'oncia d'acqua, uguale a poco men di un pollice cubico, fu divisa in forza della rarefazione in 34560 milioni di particelle.

11. Volendo provare questa verità con calcoli assai più determinati, non si ha a far altro che riflettere, che i Battitori di oro possono distendere un grano di un tal metallo

tallo sino a formarne una foglia, che occupi lo spazio di cinquanta pollici quadrati. Richiamando alla memoria il fatto avanzato dianzi; cioè a dire che la lunghezza di un pollice può dividersi agevolmente coll' arte in 100 parti visibili ad occhio nudo; si troverà che ogni pollice quadrato dell' anzidetta foglia di oro si può dividere in diecimila parti, che sono il quadrato di 100. Che però moltiplicando dieci mila per 50, ch' è il numero de' pollici quadrati, che vengono occupati dalla foglia d' oro, si vedrà che cotesta foglia, e conseguentemente il grano d' oro, da cui si è formata, si può da un Artefice dividere in 500 mila parti visibili ad occhio nudo. È tale poi la sottigliezza, a cui si riducono coteste foglie, che quantunque se ne ponessero 124 mila e 500 l' una sull' altra, queste comprese fortemente, non formerebbero una spessezza maggiore di un pollice.

12. Il risultato de' fatti rapportati in ultimo luogo si renderà veramente prodigioso con la semplice ispezione del coltello spirale di Cumming. È questo uno stromento atto a dividere i piccioli ramoscelli, o virgulti di qualunque pianta in lamine trasversali finissime, talchè rendansi del tutto trasparenti, e da potersene scorgere la tessitura col mezzo del Microscopio. Chi volesse acquistarne l' idea volga lo sguardo alla Figura prima della Tavola V, ove lo vedrà rap-

Tav. V. Fig. 1.

rappresentato da AB, ch' è propriamente un cilindro di avorio di circa 4 pollici di lunghezza, e di tre pollici di diametro. Il coltello spirale CD di finissimo acciajo giace sul piano superiore EE di esso cilindro, nel cui mezzo essendo egli fissato mediante un pernio, si può liberamente girare per via del manubrio F, e produr così su tal piano lo stesso effetto, che vi produrrebbe lo strisciar d' una pialla. La cavità triangolare G è atta a ricevere un picciolo virgulto di legno I, che col mezzo della vite M, che penetra in siffatta cavità, si assoda nella situazione, in cui dee rimanere; e la cui base appoggiata sulla cima superiore d' un' altra vite H, internata verticalmente nella mentovata cavità G, può essere abbassata, ovver rialzata col movimento di cotal vite. Adattato che sia il virgulto che vuolsi segare, nella cavità triangolare G, un solo giro del coltello spirale lo reciderà in modo che porrà la sua superficie esattamente allo stesso livello del piano di avorio EE. Or vuolsi sapere, che la vite H fa quivi l' uffizio di Micrometro; vale a dire che nell' atto che solleva insensibilmente in alto il virgulto anzidetto, è guernita dell' indice X, il quale dimostra di quante centesime, oppur millesime parti di pollice, lo innalza al di sopra del piano EE, sicchè poi mediante il giro del coltello spirale, che fa l' uffizio di pialla, come si è detto, se ne

ne possa recidere una fettolina di quella determinata sottigliezza, rappresentata quì dalla lettera K, secondo che apparisce nel Microscopio. Il coltello, di cui mi servo nei miei sperimenti, divide la lunghezza di un pollice di qualunque legname in mille lamine diverse, o anche in numero minore da determinarsi col Micrometro, che gli è annesso: ma il Signor Comming me ne mostrò alcuni in Londra, che il segavano in lamine di $^1/_{2000}$ parte di un pollice. Laonde se in vece di supporre che la lunghezza di un pollice possa dividersi in 100 parti visibili ad occhio nudo, come abbiam supposto ne' fatti rammentati (§. 10, e 11), si finga divisibile in due mila particelle, siccome si può in fatti praticare; si troverà che il grano d'oro si può attualmente dividere in 200 milioni di parti visibili, e 'l pollice cubico di acqua in assai più di 200 bilioni di particelle, riducendo il calcolo a numeri rotondi.

13. L'immensa duttilità dell'oro ci somministra su tal proposito un altro fatto ugualmente portentoso; leggendosi nelle Memorie dell'Accademia delle Scienze di Parigi, che di un' oncia d'oro può formarsi un filo, ch' abbia la lunghezza di 73 leghe, ossia di 182 miglia e mezzo d'Italia. Se ogni pollice di cotesto filo si concepisca diviso in 2 mila parti visibili, chi mai potrà concepire col pensiero il numero immenso di particelle

celle d' oro , che troverebbonsi in un filo della lunghezza di 182 miglia e mezzo, e conseguentemente in una sola oncia di oro?

14. I curiosi , e diligenti osservatori delle cose naturali sono giunti a scoprire con l' ajuto di ottimi Microscopj , che una fibra muscolare , larga 1/24 di pollice , ossia mezza linea , si può facilmente dividere in 600 fibrelline, ciascheduna delle quali è capace di esser separata con ulterior diligenza e fatica , in altre 300 : viene a dire, che in una fibra larga mezza linea , se ne possono francamente ravvisare altre 180 mila assai più dilicate , e minute : e quindi 4 milioni , 320 mila in una fibra muscolare della larghezza di 12 linee , o vogliam dire di un pollice. Considerando poi che ciascheduna di tali fibrelline aver dee delle cavità , e de' canali appropriati a ricevere l' umore , che la nudrisce ; chi non vede quanto più esile esser dee il diametro di siffatti canali , e quanto ancora più minuto quello delle particelle de' fluidi , che vi debbono scorrer per entro ! Ed in fatti i due celebri osservatori microscopici Leeuwenhoek , e Jurin convengono nell'affermare , in conseguenza delle più accurate osservazioni, che il diametro d'una delle particelle rosse del sangue umano non uguaglia , se non se 1/1910 parte della lunghezza d' un pollice ; e che se ne richiederebbero 25 mila per uguagliare in grossezza un granel-

nello di sabbia. E però s' egli è certo che per avere la superficie d' una delle facce quadrate d' un cubo convien moltiplicare un de' suoi lati per se stesso ; e quindi la detta superficie già ritrovata pel lato medesimo, per ottenerne la solidità; essendo necessario, a tenor delle misure testè dichiarate , di porre in serie 1940 particelle di sangue per formare la lunghezza d' un pollice ; dee necessariamente seguirne, che un cubo d' un pollice di diametro sarebbe capace di contenere 7301 milioni , 384 mila particelle di sangue. Or chi mai oserà cimentare le forze del suo spirito per poter rappresentare alla sua imniaginazione l' immenso numero di parti , ch' esistono realmente in tutt' i muscoli , i nervi , le membrane , le ossa del corpo d' un uomo , ugualmente che negli umori , ond' essi ricevono e vita , e nutrimento ? Oh che abisso di confusione ! qual vasto pelago di meraviglie !

15. Egli è similmente noto per via di osservazioni praticate colla massima accuratezza , che un bozzolo di filugello, formato , come ognun sa , da una sostanza glutinosa , che passando per una spezie di doppia filiera collocata sotto la bocca del baco , acquista poi col contatto dell'aria la consistenza della sèta , si può agevolmente svolgere per trarne un filo della lunghezza di circa mille piedi ( che riescono poscia effettivamente duemila , per essere il filo natural-

ralmente raddoppiato), e del peso di due grani e mezzo. Perciò quand' anche non si volesse tener conto della sua larghezza, la quale è certamente divisibile in più parti, pure assegnando a ciascun pollice di esso due mila particelle (§. 12), si troverà di potersi egli realmente dividere in 48 milioni di parti, non ostante che il suo peso non superi due grani e mezzo, come si è già dichiarato. Che direm poi di que' finissimi fili formati dall' umor glutinoso, solito a scaturire da' cinque differenti capezzoli, collocati nella coda di un Ragno adulto, e dai quali poscia condensati al contatto dell'aria formasi un filo dell' ordinaria lor tela? Rapporta Leeuwenhoek esser eglino dilicati al segno, che se ne richiederebbero dieci mila per uguagliar la grossezza d'un pelo della sua barba. Soggiugne quindi di aver rilevato ulteriormente per via di calcoli, che per uguagliar la grossezza d'un solo de' mentovati fili converrebbe unire insieme in un fascio 400 di quelli, che vengono filati d'ordinario da'Ragni giovinetti; dal che chiaramente si deduce che farebbe mestieri di affaldellare quattro milioni di cotesti fili per poter uguagliare la doppiezza d'un solo pelo.

16. V' ha una spezie di fungo assai comune presso di noi, detto da Linneo *Lycoperdon Bovista*, il quale essendo conformato a guisa d' una palla, contiene in se una grandissima copia di finissima polve,

leg-

leggiera qual fumo, e molto simigliante, anche nel colore, al tabacco di Spagna. Osservata col Microscopio, scorgesi essere un aggregato di globetti di color d'arancio, esili al segno che il loro diametro non oltrepassa $^1/_{50}$ parte del diametro d'un capello; ond'è, che un cubo, la cui larghezza adeguasse il diametro d'un sol capello, sarebbe capace di contenerne 125 mila.

17. Finalmente, tralasciando di rapportare quì un gran numero di esperimenti praticati da Boyle, Leeuwenhoek, Keill, ed altri, che chiaramente dimostrano la verità di cui si ragiona, mi contenterò di dire, che la medesima vien provata ad evidenza da quelle tali sostanze, quali sarebbero il muschio, l'ambra grigia, l'assa fetida, ed altre simiglianti, da cui esala una quantità di particelle odorose così immensa che giugne ad infettare vasti edifizj per lo spazio di più anni, senza che le sostanze medesime scemino per avventura sensibilmente di peso. Oltrechè un granello di rame, che sciolto nello spirito di sale ammoniaco, tinge sensibilmente di color blù 28434 grani d'acqua, ci fa scorgere mediante un calcolo agevolissimo, d'essersi egli diviso in 100 milioni di parti visibili. Qual enorme picciolezza non doveano avere le particelle componenti i piccioli vasellini di quegli esilissimi Insetti, osservati col Microscopio dal diligente Leeuwenhoek, più milioni de' qua-

 li

li uniti insieme appena uguagliavano un granello di sabbia?

18. Il giugner tant' oltre nell' esame di una tal quistione deê certamente soddisfare un Fisico, che non cerca di sapere altre verità d'ordine naturale, se non quelle che gli vengono indicate da' fatti, senza cercar poi di rintracciare coll' immaginazione quali sieno i primi componenti de' corpi, e se i medesimi sieno o no capaci di esser divisi; conciossiachè siffatte ricerche, superando del tutto le forze del nostro intelletto, ci fan perdere in vano il tempo, e la fatica, per esser finalmente abbandonati in una insuperabile oscurità. E a dir vero, chi non riderebbe in iscorgere il gran Renato delle Carte porre a tortura il suo cervello per istabilire quali sieno i primi elementi dei corpi, e come sia stato da quelli composto l'Universo, quasichè foss' egli stato a fianco dell'Altissimo ne' giorni della stupenda Creazione? Immagina egli che ad un immenso masso di materia omogenea, creata, e divisa dalla mano dell' Onnipotente in tanti piccioli cubi, si fosse comunicato un violento moto dalla mano medesima, per cui anche ciascuno di essi cominciò a rivolgersi intorno al proprio centro; e che per virtù dell' enorme fregamento, che siffatti cubi dovettero soffrire nel loro particolar movimento, si dovettero per necessità rompere, e stritolare i loro angoli, e quindi riton-
dar-

darsi. Da cotesti cubi ritondati; dalla materia, che risultò da' frantumi de' loro angoli; e da un certo finissimo polverio, che dovè naturalmente generarsi nell' atto del fregamento, suppone egli che fosse stato formato l' Universo; dimodochè i frantumi degli angoli, ossia la materia del terzo elemento, per esser fra tutte la più greve, passò a formare la Terra, i Pianeti, e i rimanenti corpi opachi; e quella del secondo elemento, o vogliam dire le parti ritondate, più uniformi, e diafane, vennero ad occupare il luogo dell' atmosfera, che fu da esse prodotta, e la cerulea volta del cielo; destinando il primo elemento, ossia la materia massimamente dilicata, attiva, e sottile (tratta sopratutto nel mezzo dell' immenso vortice), alla formazione del Sole, e della portentosa serie de' corpi luminosi; a riempiere tutt' i voti, ed a fare tutti quei miracoli, cui avrem motivo di rapportare in altro luogo più a proposito. Chi non si avvede altro non esser questo che un ingegnosissimo ritrovato, il quale ha tutta l'aria d' un romanzo filosofico? L'oggetto del buon Fisico non è quello di formare il Mondo, ma soltanto di esaminare i fenomeni, e le leggi, ond' esso è governato.

19. Rivolgendo lo sguardo all' immensa serie de' corpi contenuti nell' Universo, non v' è cosa più ovvia, e naturale, quanto il credere d' esser ciascheduno di essi compo-

sto del suo particolar genere di materia; non iscorgendosi la menoma simiglianza, per esempio, tra le particelle del ferro, dell'acqua, del legno, delle pietre, del fuoco, e così di mano in mano: tuttavolta però volendo entrare un poco nell'esame di un tal punto colla guida de' fatti, e degli esperimenti, si troveranno forti ragioni da poter sospettare esser la materia omogenea in tutt' i corpi, sì solidi, come fluidi; e che la loro pressochè infinita diversità nasce unicamente dalla differente grandezza de' primi componenti; dalla varia maniera, onde siffatta materia trovasi modificata; dalla configurazione varia delle parti di ciascun corpo; dal diverso grado di coerenza, onde mantengonsi insieme unite; e da altre qualità di simigliante natura. V' ha cose più differenti, per modo di esempio, quanto l'acqua, e le piante? E pure non v' ha dubbio che l' acqua, onde le piante s' innaffiano, convertesi alla giornata in radici, tronchi, rami, foglie, gambi, fiori, e frutti d' infinita varietà in quanto alla consistenza, alla struttura, al sapore, ec., senza rammentare il meraviglioso numero delle parti, onde ciascheduna delle anzidette viene ad esser composta. Di fatti se prendiamo il semplice fiore, qual diversità non si ravvisa tra il gambo, il calice, la corolla, il pistillo, gli stami, le antere, i nettarj, il pericarpio, che son tutte parti, che

lo

lo costituiscono? E cotesta sensibilissima diversità crescerà viemaggiormente, se vogliansi paragonare insieme i fiori, le foglie, i frutti, le radici, ec. delle varie piante. Questa ricerca può portarsi anche più oltre; ed a misura che diviene più meravigliosa, accresce forza all'argomento, di cui quì si ragiona. Un uomo, che non si nudrisse d'altro se non se di piante, e de' loro prodotti, avrebbe senza dubbio un sufficiente nudrimento, atto a rinfrancare le forze della vita; a mantenere, ed a far crescere le parti, ond' è formata la sua macchina; talmentechè quelle tali piante, e i loro prodotti, si convertirebbero nel tempo stesso in muscoli, in tendini, legamenti, cartilagini, membrane, ossa, nervi, arterie, vene, sangue; e quindi in parti organiche, composte di un immenso numero di parti differenti, cui troppo lungo sarebbe il rammentare. Sicchè, per dire il tutto in breve, la sostanza delle piante si convertirebbe in macchina umana: così di fatti addiviene in moltissimi animali, che cibansi soltanto di vegetabili. E siccome abbiam osservato, che le piante vengono sviluppate, ed accresciute, dall'acqua, così può dirsi, senza tema di errare, che l'acqua, e ciò ch' essa contiene, si trasformerebbe in corpo di un uomo. Per quanto portentoso, ed incredibile possa ciò sembrare a primo lancio, è per altro un fatto evidentissimo. Un arbuscello di Sal-

cio del peso di 5 libbre, messo da Vanhelmont dentro di un vaso pieno di terra fatta seccar nel forno, e chiuso in maniera che non vi si potea introdurre verun' altra sostanza, essendosi fatto da lui innaffiare con semplice acqua piovana, crebbe nello spazio di 5 anni a segno tale, che pesava 169 libbre, e tre once, senza che il peso della terra si fosse scemato più di due once. È chiaro dunque che siffatto accrescimento erasi prodotto dall' acqua, e da particelle vaporose assorbite dall' aria per via delle foglie: e quantunque non si possa negare d'esserci nell'acqua piovana particelle terree, oliose, saline, spiritose, e d' altra simil natura; e che gli alberi, e le piante siccome da una parte traspirano moltissimo per mezzo delle foglie, così hanno nelle medesime degli organi adattati ad ossorbire nella loro sostanza, e per loro nudrimento, una infinità di vapori, e di particelle straniere galleggianti continuamente nell' aria; egli è certo benanche non doversi attribuire a quelle soltanto il mentovato accrescimento. E quand' anche fosse vero il contrario, pure ciò proverebbe che le particelle oliose, saline, spiritose, e le altre straniere galleggianti nell' atmosfera, si sarebbero convertite in piante, e quindi nel corpo di un uomo; e che gli stessi elementi appiattati nel sen della terra, ovvero sparsi per entro all' atmosfera, combinati, e preparati in va-

varie guise, fanno brillar la rosa per la vaghezza del suo colore, e la soavità de' suoi profumi; il giglio pel suo candore; le frutta di varie sorte pel vario loro squisito sapore; e rendono detestabile il nappello, e la cicuta a cagion del loro mortifero veleno.

20. Tutti questi sperimenti pruovano direttamente, e ad evidenza il nostro assunto: ma vi ha delle altre riflessioni a fare, le quali, comechè non mirino perfettamente allo scopo, pur nondimeno vi si accostano in qualche maniera, e sono dilettevoli, e curiose. Considerate un poco le metamorfosi, a cui è soggetta una mosca, una farfalla, una pulce. Aggomitolato l'embrione di questa entro un vaghissimo uovo, candido, e levigato al par dell'avorio, vedesi poscia uscirne sotto la forma d'un rosso verme anellato, lungo, e vorace, il quale dopo d'essersi ben nudrito raggruppasi in nuova guisa; e si trasforma in crisalide, donde sbuccia finalmente in forma di pulce, guernita di dura, e lucente scaglia di vago color d'oro, ed ornata d'ispidi peli, di gambe lunghe, ed elastiche al par d'una molla d'acciajo, di corna articolate, e di robusto pungiglione, onde ci trafora la pelle per succhiarne il sangue, che la nudrisce. Il rozzo embrione della mosca sbucciando dall'uovo, allogato soventi volte entro a un mucchio di schifoso sucidume, prende la forma d'un bianco verme, qual è appunto

quello del cacio, per servire in grossi bulicami di delizioso cibo alla sucida ingordigia di taluni; e dopo d'essersi cangiato in crisalide, diviene in ultimo una mosca, i cui occhi assai più numerosi di quelli di Argo e simiglianti a' più preziosi rubini, la cui proboscide emula di quella dell' Elefante, ma assai più abbellita ed artificiosa, i cui vaghissimi pennacchi, le cui ale mirabilmente intessute di finissima rete, le cui parti in somma destano l' ammirazione del curioso Naturalista, arrecandogli nel tempo stesso un soave diletto. Le uova d' una farfalla, che fanno a gara talvolta colle più lucide perle d'Oriente, schiudonsi bene spesso in luridi bruchi, i quali armati d' irsuto pelo, e di mascelle taglienti a foggia di tanaglie, veggonsi strisciar sulla terra con moto vermicolare. Cangiati poscia in crisalide di singolare, e strana forma, svestonsi finalmente delle loro luride spoglie, e ritornano a far nuovamente la loro comparsa sul teatro della Natura sotto colori così variati e vistosi, sotto la forma d' una farfalla così vaga e dilicata, che costituisce il più bell' ornamento de' giardini, e de' prati. D' onde mai son prodotti cangiamenti così portentosi, se non se da nuove modificazioni della stessa materia, atta sempre a ricever nuove forme, senza però alterar giammai la sua intrinseca natura?

21. Oltrechè quante diverse cose non ven-

vengono formate dall' arte con la differente configurazione, e la combinazione diversa degli stessi materiali? Un rozzo masso di marmo vien convertito da un Artefice in un pilastro; da un altro in una vasca; da questo in una colonna migliaria; e tra le mani di un perito Scultore vien trasformato in una bellissima Venere, che fa il più gran pregio della Galleria Medicea. Una pianta di lino, o di canape, vien ridotta in filo, e quindi in tela; la quale essendo macerata nell' acqua, forma la carta, che non ha nulla di simile colla pianta. I bioccoli di lana, che tra le mani di una donnicciuola vengono convertiti in calze, ed in berrette, dall' industre mano del Tessitore vengono ridotti in panno, che pur si adatta a diversi usi: e così si ragioni d' altri simiglianti generi di mestieri, e di manifatture. Ciò posto, sembra ragionevolissimo il dedurre che, quantunque la materia de' corpi comparisca diversa in ciascheduno di essi, pure i primi elementi ond' eglino son composti, debbono riputarsi omogenei; e che l' apparente loro diversità nasce soltanto dalla varia loro modificazione, e dalle altre cagioni indicate di sopra (§. 19). Con ugual grado di verisimiglianza puossi supporre esser cotesti elementi omogenei, per un saggio provvedimento del Sovrano Creatore, estremamente duri, e del tutto inalterabili per forza di esseri creati; e quindi non esserci al-

alcun mezzo da potersi da noi variare le intrinseche proprietà de' corpi, siccome han taluni scioccamente immaginato, per non render la natura delle cose soggetta a cambiamenti, e per serbare così l'ordine, e le leggi dallo stesso Creatore stabilite per la perenne conservazione dell' Universo.

22. La fin qui dichiarata universale omogeneità della materia, seconda, e facilita le mire della Sovrana Provvidenza, la quale avendo stabilito che nulla si distruggesse, di ciò, ch'esiste in Natura, ha fatto sì che il tutto soggetto fosse ad un perpetuo, ed ammirabile cangiamento; disortachè qualor ci sembra che le create cose vannosi a logorare, e riduconsi in nulla in forza delle naturali vicende, altro non succede, se non se un puro scomponimento delle loro parti, le quali passan poi a costituire sotto nuova forma altre materiali sostanze; avverandosi in ciò l'antico detto della Peripatetica scuola, cioè a dire che la corruzione d'una cosa cagiona quindi la generazione di un' altra. Così il Regno minerale contribuisce sensibilmente alla conservazione, ed all' accrescimento del Regno vegetabile; e questo alla sussistenza, ed al buon essere del Regno animale; e così ancora legansi meravigliosamente insieme tutti gli esseri creati nell'ordine di Natura alla guisa di tanti anelli d' una lunghissima catena, di cui gli uni sono dipendenti dagli altri; e quei che sembra-

brano i più disgiunti per cagione della loro lontananza, possono agevolmente congiugnersi, quando l'uopo il richiegga, senza che ne segua perciò il menomo sconcerto. Dal che ne risulta poscia un tutto armonico, e regolare, ad onta dell'apparente diversità, e del contrasto de' suoi elementi.

## ARTICOLO III.

### *Della Porosità de' Corpi, e quindi della loro Densità.*

25. Essendo i corpi composti di un prodigioso numero di picciole particelle; ed essendo queste di diversa figura, e combinate in diverse guise; ed inoltre soggette perpetuamente al natural contrasto della chimica affinità, che tende ad unirle, ed alla forza repulsiva del calorico, che si sforza di disgiugnerle; ne segue che non tutte le loro parti esser possono in contatto le une colle altre. Quindi ognuno chiaramente si avvede che in ogni corpo ci debbono rimanere degl'intervalli in gran numero, frapposti tra le sue particelle, nella guisa appunto che scorger si suole in un mucchio di palline, di grani di miglio, o d'altre simili sostanze gettate alla rinfusa dentro un paniere. A siffatti interstizj si dà il nome di *pori*; ond'è che può dirsi non esservi alcun corpo in Natura, il quale non sia poroso: e que-

questa porosità è considerabile a segno da non potersi agevolmente immaginare da coloro, che non l'abbiano seriamente esaminata per via di fatti. Qualunque corpo è rappresentato alla guisa di una spugna alla immaginazione di un Fisico.

24. Prendete le sostanze le più dure, senza eccettuarne l'oro, ch'è il più consistente di tutt'i metalli; esponetele al fuoco; e vedrete che ne saranno penetrate in modo che concepiranno un gran calore in tutta la loro massa: e se il fuoco sarà violento, opererà con tanta forza nella massa medesima, che internandosi tra le varie particelle di quella, e facendo quivi le veci di cuneo, supererà la forza della loro naturale coerenza; e separando le une dalle altre, le ridurrà nello stato di fusione, oppur di scioglimento. La qual cosa non potrebbe in alcun modo avvenire, se non ci fossero in quei tali corpi innumerabili pori, ne' quali il calorico si possa internare.

25. La dilatazione de' metalli col mezzo del calorico, e 'l loro ristringimento in forza del freddo, ci somministrano una pruova evidentissima della porosità de' corpi. Facciamo uso del Pirometro; e ne resteremo convinti in un modo sensibilissimo. La più semplice costruzione di questo stromento viene rappresentata dalla Fig. 9 della Tav. VI. Il braccio curvo $sED$ è girevole intorno al perno E, talchè spignendosi l'estremità $s$ ver-

Tav. VI. Fig. 9.

verso G, l'asta ED preme contro l'indice XZ del quadrante, o sestante M, e l'obbliga così a montar mano mano lungo il lembo graduato FK del quadrante medesimo. La verga metallica RQ, di cui vuol misurarsi la dilatazione, viene appoggiata sui due sostegni metallici A, T, in modo però che la sua cima *y* resti fissa, e frenata sul sostegno A con una cavicchia di ferro, e l'altra *x* rimanga del tutto libera. Siffatta estremità della verga fassi di tale lunghezza, che tocchi immediatamente l'asta corta *s* E del braccio suddetto. La cassetta, o lucerna H, riempiuta di spirito di vino, e guernita de' lucignoli *c*, *c*, *c*, *c*, *ec.* soggiace direttamente all' indicata verga. Per rendere cotesto istromento di gran lunga più esatto in operazioni più dilicate, vi si sono aggiunti diversi altri pezzi; e noi ne darem la figura nel quarto volume di quest'Opera, ove ragionerassi del fuoco. Applichiamo dunque al Pirometro, di cui si ragiona, una barra metallica, qual sarebbe per esempio, la verga di ferro RQ, di una determinata, e conosciuta lunghezza. Tostochè si accendono i lucignoli *c*, *c*, *c*, *c*, *ec.*, della lucerna H, l'indice XZ comincia a montare gradatamente lungo il lembo FK del quadrante M; ed un tale innalzamento cresce a misura che il calorico va penetrando la massa della verga, e vi si va accumulando. Segno evidentissimo, che la verga

ga si dilata gradatamente in virtù del calorico, e si allunga al segno di spignere mano mano verso G l'asta corta $s$ E del braccio curvo $s$ED, e quindi il detto indice del quadrante. Ed in fatti un tale allungamento scorgesi anche ad evidenza sopra di una picciola scala $b$ incisa sul sostegno del quadrante medesimo, lungo la direzione della cima $x$ della verga suddetta, qualora vi si osserva attentamente per mezzo di una lente, che ingrandisca le divisioni della scala. Ciocchè chiaramente dimostra esservi moltissimi interstizj voti nella massa della verga, ne' quali internandosi il calorico, sforza le particelle del ferro ad allontanarsi l' una dall'altra: ed un tal effetto vien prodotto ugualmente facendosi uso di altre barre di qualsivoglia metallo.

26. Non solamente il calor della fiamma, ma quello eziandio, che regna nell' aria nelle differenti stagioni dell' anno, produce proporzionatamente lo stessissimo effetto. Giusta gli esperimenti del Signor de la Condamine, una Tesa di ferro si allunga a un di presso $1/87$ di linea a misura che il calore cresce di un grado nel Termometro di Réaumur; e si è più volte osservato che in tempo di estate una verga di ferro della lunghezza di tre piedi, è più lunga di $1/70$ parte di un pollice di quel che la è in tempo d'inverno. Siffatta dilatazione è più, o meno sensibile, a norma della diversità de'

de' metalli; e perciò trattandosi di prender misure colla massima esattezza possibile, o bisogna tener conto dell' indicata dilatazione, oppure convien sempre ridurre le misure, che si adoperano, alla medesima temperatura.

27. Quindi ne avviene che gli oriuoli a pendolo, e quei da tasca (quand' anche non ci fosse altra ragione) soffrono sempre della variazione nell' additare il tempo; imperciocchè dilatandosi, e ristringendosi le ruote, i perni, ec., mediante il caldo, e 'l freddo della stagione, oppure il sito, in cui trovansi riposti; dee per necessità accrescersi, oppure scemarsi il fregamento delle parti, oltre ad allungarsi, o ad accorciarsi il pendolo; e dee prodursi in conseguenza della varietà nel movimento. Quindi, date le altre cose uguali, un oriuolo a pendolo, od una mostra, suol ritardare in tempo di estate, per ragion che si accresce lo sfregamento in virtù della dilatazione de' metalli; e suol avanzare in tempo d' inverno per la ragione contraria. La varia influenza del caldo, e del freddo produce similmente varj gradi di tensione nella spirale d' una mostra, la cui diversa forza determina la velocità del bilanciere. E se l'esattezza d' una mostra dipende dall' uguaglianza costante delle vibrazioni di cotesto bilanciere, come mai possono quelle esser sempre uguali, qualor la forza, che le anima,

ma, è soggetta a cangiamenti? Or quantunque l'alterazione nelle dimensioni de' metalli non si possa in verun modo impedire, dobbiamo però esser grati a quegli Artefici, che per via de' loro sforzi ingegnosi hanno inventato un particolar meccanismo per correggere gli errori, che vengono originati dalla mentovata cagione. Il Pendolo astronomico della nostra R. Accademia militare, opera insigne del celebre Cumming; quello del Cavalier Vivenzio fatto da Emery; i Pendoli di Arnold, ugualmente che le mostre marine di questi due ultimi artefici insigni, godono di un siffatto vantaggio. Rettificate queste con un Pendolo astronomico, e quindi messe in una stufa, e poscia nel ghiaccio; comechè il metallo si fosse alternativamente dilatato, e ristretto, non soffrirono perciò la menoma variazione nell'additare il tempo esattamente. Harrison, Monsieur le Roy, Ellicot, ed altri Artefici insigni non meno in Francia, che in Inghilterra, si sono parimente distinti per la costruzione di Pendoli di simil natura.

28. La porosità de' metalli, de' legni, e di altre durissime sostanze, può provarsi ugualmente riducendoli in lamine sottilissime, allorchè da opachi ch' erano, divengono trasparenti, dando così un libero passaggio alla luce. L' oro, ed il rame, ridotti in foglia, di cui facciam uso comunemente per dorare, sono trasparenti all' eccesso; e se

se sieno riguardati con un Microscopio, presentano all'occhio una quantità di pori così immensa, che taluno gli prenderebbe per una rete. I rami de' legni i più duri, segati col mezzo del coltello spirale di Cumming, in laminette della 2 millesima parte di un pollice (§. 12), rappresentano il tessuto di un merletto, e taluni un crivello, od uno staccio. In un pezzo di sughero (ch' altro non è, siccome ognun sa, che la corteccia di un albero, detto da Linneo *Quercus Suber*) furon contate, al dir di Hook nella sua *Micrographia*, 60 piccole cellette ordinate in fila nella lunghezza di 1/18 parte di un pollice; cosicchè ve n'erano 1080 nella lunghezza d' un pollice; un milione, 166 mila, e 400 in un pollice quadrato; e 1259 milioni, 712 mila in un pollice cubico. Oltrechè la gran porosità de' legnami si rileva chiaramente dall' imbever ch' essi fanno l'umidità molto facilmente. Ne risentiamo gli effetti di continuo ne' tempi umidi, e piovosi, allorchè ci riesce assai malagevole di chiuder quelle porte, o que' forzieri, che chiudevansi agevolmente in tempi asciutti: tanto si aumenta il lor volume per l'imbevuta umidità! Quindi si scorge il vantaggio, che recano a' legni i colori a olio, e le vernici, siccome quelle, che vietano all' umidità dell' aria il potervisi internare. È portentoso il numero de' pori esistenti anche in altre parti de' vege-

getabili. Sopra d'una picciola foglia di bosso furon contati da Leeuwenhoek 344 mila, 180 pori; cioè a dire 172 mila, e 90 in una faccia, ed altrettanti, che si dovea ragionevolmente supporre esservi sull' altra. Questa è la via, per cui le piante traspirano moltissimo, ed assorbiscono entro alla loro organizzazione quelle tali particelle, ch' essendo sparse nell'aria in gran dovizia, sono atte a nudrirle; ond' è poi che un albero spogliato intempestivamente delle sue foglie, o produce frutti di cattiva qualità, oppur perisce.

29. Versate dello spirito di vino, ovver del petrolio, imbevuto di un colore conveniente, sopra d' un pezzo di marmo il più duro riscaldato a sufficienza, e troverete a capo di picciol tempo d'essersi quello internato talmente entro alla sostanza del marmo, che anche segato questo in più tavole, vedrassi tinto da per tutto dello stesso colore. L' ingegnosissimo Principe di Sansevero si è felicemente servito di un tal metodo per dare a' marmi de' vaghi colori artifiziali (*a*).

Gli

(*a*) Il Signor Celebrano, egregio Pittore Napolitano, che assisteva il mentovato Principe in tutte le operazioni di tal natura, possiede oggigiorno tra noi l'arte mirabile, di cui qui si ragiona, cioè a dire di dare a' marmi differenti vaghi colori con una grandissima facilità.

Gli smeraldi, i rubini, i topazj, e finanche i diamanti, che sono i più duri tralle pietre preziose, convien che abbiano un numero indicibile di pori, poichè la loro sostanza vien liberamente attraversata da' raggi della luce.

30. Il mercurio stesso, ch' è il più denso di tutt' i fluidi, è provveduto de' suoi pori. Per rimanerne convinti, non avete a far altro, se non se prendere un buon Termometro, ed applicare la vostra mano sulla palla di quello. Scorgerete in breve spazio di tempo che la colonna del mercurio comincerà ad innalzarsi sensibilmente, e sarà portata ad un'altezza proporzionale alla forza espansiva del calorico, che s' interna ne' suoi pori.

31. Chi crederebbe esservi un' infinità di pori nella carta, che comparisce all' occhio di aver la superficie non interrotta ed unita? Lasciando da parte il riflettere, che i liquidi vi passano per lo traverso senza lacerarla, deduciamone una pruova luminosissima dal seguente sperimento. Prendasi un poco d' inchiostro simpatico, ch' è un liquido trasparente, e simile all' acqua, formato da una semplice soluzione di sal di Saturno, ovver di litargirio, nell' aceto; e scrivasi con esso sopra un pezzo di carta bianca. Pongasi questo ( dopo che l' inchiostro sia bene asciutto, e i caratteri sien divenuti invisibili ) tra la coperta, e la pri-

ma pagina di un libro voluminoso: indi si metta un altro pezzo di semplice carta, imbevuto di un'altra soluzione fatta con calce, ed orpimento, tra l'ultima pagina del detto libro, e la sua coperta corrispondente. Se chiuso il libro in tal modo, andrassi poi ad aprire a capo di pochi minuti, si troverà che il liquore della seconda carta essendo passato a traverso di tutto il libro, sarà andato a colorire le lettere scritte sulla prima, ch'erano, siccome si è detto, del tutto invisibili: e poichè le carte del libro non sono in alcun modo danneggiate per virtù di siffatta operazione, nè se ne vede il menomo vestigio; uopo è conchiudere esservi nella carta un numero grandissimo di pori, talchè riguardar si dee alla guisa di una rete, pel cui traverso uno de' mentovati liquori sia stato attratto dall' altro.

32. Non v' ha cosa più facile quanto il moltiplicar le pruove di questa verità, facendo uso della Macchina Pneumatica. Prendasi una spezie di coppa AB, fatta di legno duro, e 'l cui fondo sia formato da un cilindro, o cono di legno di quercia C, il quale sporga in giù per alcuni pollici. Si applichi il fondo di cotesto vasellino sulla cima aperta di un recipiente, e si riempia di mercurio. Tostochè si è fatto il voto nel recipiente mediante l'estrazione dell'aria, il mercurio contenuto nella coppa essendo fortemente premuto dall'aria esteriore, e non in-

Tav. VI. Fig. 8.

incontrando dentro del recipiente alcuna resistenza, si fa strada a traverso de' pori del legno di quercia, che sono naturalmente disposti in linea retta, e scappando fuora in innumerabili zampilli, forma in quello spazio voto una vaghissima pioggia di argento.

33. Pongasi nell' anzidetto recipiente un bicchiere con acqua, e vi si lasci un uovo tuffato al di dentro. In cominciarsi a fare il voto, l'aria contenuta nell' interno dell'uovo non ritrovando al di fuori alcun ostacolo, scapperà pe' pori della scorza in un grandissimo numero di bolle, le quali succedendosi velocemente l'una all'altra, compariranno sotto la forma di vaghissimi zampilli. Esponendo sotto del recipiente nella guisa medesima qualunque altro corpo solido, si avranno presso a poco i medesimi risultati.

34. Per ciò che riguarda i corpi animati, la grande loro porosità rilevasi ad evidenza dalla considerabile quantità di sudore, e d' insensibile traspirazione, che da ogni parte della lor cute costantemente esala. L'acqua injettata nell' arteria aorta di un tenero fanciullino, scorgesi agevolmente trasudare da ciascun punto della sua cute. Fa stupore il riflettere, seguendo le osservazioni microscopiche di Leeuwenhoek, che nella lunghezza d' una linea della nostra cute scoprir si possono agevolmente 120 fo-

rellini, o pori che dir si vogliano; cosicchè ve ne saranno 1440 nella lunghezza d'un pollice, e quindi 2 milioni, 73 mila, e 600 in un pollice quadrato. Or essendovi 144 pollici quadrati in una superficie di un piede; moltiplicando 2073600 per 144, il prodotto 298 milioni, 598 mila, e 400 esprimerà il numero de' pori contenuti in un sol piede quadrato della nostra cute, la quale è coperta da per tutto di squame di figura pentagona di una tal finezza, che a tenore delle osservazioni praticate, un solo granello di arena potrebbe ricoprirne 200. Sono elleno disposte alla guisa delle squame dei pesci, affaldellate però a tre a tre l'una sull'altra, e servono come di scudo a' mentovati pori, de' quali ve n'è un grandissimo numero sotto di ciascheduna. E farà poi meraviglia che il nostro corpo, guernito in siffatta guisa e da per tutto d'un sì immenso numero di forellini, di cui altri metton capo entro all'esilissime boccucce delle arterie, che portano il sangue dal cuore alle parti estreme, ed altri nelle boccucce delle vene, destinate a condurre il sangue dalle parti estreme verso del cuore; rendasi atto a scaricarsi pe' primi degli umori superflui sotto la forma d'insensibile traspirazione (che giusta le osservazioni del celebre Santoro giugne ne' nostri climi d'Italia fino a cinque libbre al giorno), e ad assorbire pe' secondi una doviziosa copia di

di ciò, che si aggira nell'aria, la cui cattiva indole infettando talvolta i varj umori del corpo, è poderosa sorgente di fatali disordini, e di costituzioni sterminatrici, e ferali.?

35. Ponete del mercurio entro a un pezzo di pelle di cervo, di agnello, di cane, o d'altro animale, già preparata; e poscia premetela fralle dita, o anche meglio, adattatela sulla cima aperta d'un recipiente, per modo che la ricopra: estraete l'aria dal recipiente con la Macchina Pneumatica; e la facilità grandissima, onde il mercurio la trapasserà da per tutto, spicciandone fuori a guisa di pioggia, oppur di acqua che sia gettata dentro un crivello, sarà un'altra pruova manifestissima della notabile porosità della pelle degli animali.

36. Comechè sia evidentissimo esserci in ogni corpo un grandissimo numero di pori, non è da credersi però esser tutt'i corpi ugualmente porosi. Ve n'ha di quelli, le cui parti componenti sono conformate in modo, ed hanno un tal grado di naturale coerenza, che combaciandosi in più punti, lasciano per conseguenza un minor numero di spazj voti di quel che vi sia in altri, i cui elementi essendo di figura più irregolare, e dotati di minor forza di coesione, contengono siffatti voti in grandissima copia. Dunque la maggiore, o minore abbondanza di cotesti interstizj fa che diversi corpi

contengano maggiore, o minor quantità di materia sotto lo stesso volume, e quindi sieno più, o meno densi gli uni degli altri. L' oro dicesi più denso di qualunque altro metallo, perchè un pollice cubico d' oro contiene un minor numero di pori, e conseguentemente una maggiore quantità di materia di quel che si contiene in un pollice cubico di piombo, di ferro, di rame, ec. Ma poichè egli è cosa impossibile il sapere accuratamente la quantità de' pori esistenti in un corpo qualunque, ci si rende ignota per conseguenza l' esatta quantità di materia, che in esso si contiene. Quindi siamo privi di mezzi da poter rilevare il peso assoluto de' corpi: e se diciamo, che questo pesa una libbra, e quello due, ciò deriva dall' averli paragonati col peso di un altro corpo, il quale si è benanche rilevato dal rapporto con altri massi di materia; e così successivamente.

37. Due corpi, i quali avessero ugual densità in ugual volume, in se conterrebbero la stessa quantità di materia; la quale per altro si aumenterebbe, se rimanendo le densità uguali, si accrescesse in uno di essi il volume; oppure se rimanendo in ambidue uguali i volumi, si venisse in uno ad aumentare la densità. Per la qual cosa la densità, e 'l volume di un corpo qualunque riguardar si possono a guisa de' due lati di un rettangolo; dimodochè mol-

moltiplicando l'una per l'altro, avrassi nel prodotto la quantità di materia contenuta in quel corpo: o per dirlo altrimenti, la quantità di materia è in ragion composta della densità, e del volume. Quindi le quantità di materia esistenti in due corpi, uno de' quali avesse la densità come 2 in un volume di quattro piedi, e l'altro avesse la densità come 3 in sei piedi di volume, sarebbero tra loro nella proporzione di 8 a 18, tali essendo i prodotti di 2 per 4, e di 3 per 6. Essendo nota d'altra parte la quantità di materia di un corpo, il quoziente della medesima divisa pel volume, esprimerà la densità; non altrimenti che il quoziente della quantità della materia divisa per la densità, renderà noto il volume. Uopo è tener fissi a memoria questi metodi pratici, siccome quelli, che riusciranno di grand'uso nella dottrina del moto.

## ARTICOLO IV.

### *Dello Spazio voto.*

38. L'esistenza degli anzidetti innumerabili interstizj ne' varj corpi che sono in Natura, ci somministra una fortissima pruova per credere che non tutte le parti dell'immenso spazio mondano sieno piene, ma che ve n'abbia parecchie del tutto prive di materia, e conseguentemente vote. È que-

questo un punto, su cui si è lungamente e con infinito calore disputato nelle scuole: ed in fatti si troverà in un grandissimo imbarazzo chiunque vorrà decidere una tal quistione col mezzo di puri raziocinj, dei quali ne troverà parecchi di gran peso *pro* e *contra*: ma se vogliam procedere per la via delle osservazioni, e dell' esperienza, ritroveremo delle pruove evidentissime della testè mentovata proposizione. Affin di andar oltre con chiarezza, distingueremo coteste pruove in tre rami, corrispondentemente a' tre fonti, da cui ci vengono somministrati gli argomenti.

39. Dedurremo adunque il primo argomento dall' esistenza del moto, il quale non si potrebbe in alcun modo eseguire, se non vi fosse spazio voto in Natura. E a dir vero, altro non essendo il moto di un corpo, se non se un passaggio ch' egli fa da un luogo in un altro; ciascuno chiaramente si avvede che siffatto corpo nel primo istante che incomincia a muoversi, non potrà avanzare neppur di un capello, se i corpi che lo circondano, non gli cedano il lor luogo, cui il corpo, che a muover s'incomincia, passar dee ad occupare: ed affinchè cotesti corpi circonvicini possano cedere il lor luogo, uopo è che ci sia dello spazio voto, in cui si possano trasferire; non essendo possibile, attesa l'impenetrabilità della materia, che due corpi occupino il me-
de-

desimo luogo nel tempo stesso. Se dunque i corpi liberamente si muovono, forz'è confessare non essere lo spazio perfettamente pieno, e conseguentemente esservi qua e là de' piccioli interstizj affatto privi di materia.

40. Il potere i corpi mediante la rarefazione, e'l condensamento, occupare un maggiore, o minor volume in varie circostanze, ci somministra un'altra pruova dell'esistenza del voto. Abbiam veduto ( §. 25 ) che l'accennata proprietà è comune anche a'metalli i più duri. Il modo, onde un corpo si dilata, è quello di accrescere la natural distanza delle particelle, che lo compongono; laddove diminuendola, si condensa. Bisogna essere stupido per non accorgersi che ci debbono rimanere moltissimi spazietti voti in un corpo, qualora distende il suo volume a segno tale che giugne ad occupare uno spazio, ch'è centinaja di volte, e talora anche migliaja di fiate, maggiore di quello, che occupava nel suo stato naturale. I quali interstizj voti se mai non ci fossero, non potrebbe quel corpo ristringersi di bel nuovo, e quindi occupare il picciolo spazio di prima.

41. Il vario peso di differenti corpi sotto lo stesso volume, ossia, per dirlo col linguaggio delle scuole, la diversa loro gravità specifica, ci somministra in ultimo il terzo argomento. Sapreste dirmi perchè un

pol-

pollice cubico di oro pesa più di un pollice cubico di ferro; e perchè questo pesa più di un pollice cubico di sughero? Ognuno sarà nello stato di rispondermi, che ciò nasce unicamente dall' esserci in un pollice cubico di oro maggior quantità di materia, e conseguentemente un minor numero di pori, ossia una minor quantità di spazio voto di quel che si contiene nel pollice cubico di ferro; nella guisa appunto che il ferro in se contiene maggior quantità di materia, e per conseguenza meno di spazio voto che il sughero. Imperciocchè se la quantità di materia fosse uguale sì nel pollice cubico di oro, che in quello di ferro; essendo la gravità del tutto proporzionale alla massa, sì l'oro che il ferro peserebbero ugualmente; e per la stessa ragione uguale sarebbe benanche il peso del sughero. Or per esservi in un pollice d'oro maggior quantità di materia, che in un pollice di ferro, oppur di sughero, è necessario che in questi ultimi si contenga una quantità maggiore di spazj voti, poichè il volume si suppone uguale. Sarebbe una conseguenza necessaria del pieno perfetto lo scorger l'oro, l'argento, i marmi, e le sostanze le più grevi, galleggiar liberamente nell'aria a guisa di leggerissime piume; imperciocchè si ritroverebbero equilibrate perfettamente con quella, per la ragione che conterrebbero la stessa quantità di materia nello stes-
so

so volume. Dunque non v' ha dubbio che il voto esista, qualor si badi seriamente alla diversa gravità specifica de' corpi.

42. Oltre a ciò ricorriamo un poco alla Macchina Pneumatica; e son sicuro che ne resterete pienamente convinti. Prendiamo prima di tutto due piccioli emisferi di ottone, rappresentati dalla Fig. 4 della Tav. VI, e facciamoli combaciare in modo all'aria aperta, che uniti insieme vengano a formare un globo. Essendo essi in tale stato, una forza assai lieve basterà per disgiugnerli l' un dall'altro. Or bene, uniamoli di bel nuovo, e poniamoli sulla Macchina Pneumatica, affin di estrarre l'aria da cotesto globo. Sapete che ne avverrà? Quegli emisferi, che poco fa avete disgiunti così agevolmente, dopo di averne estratta l'aria avran bisogno di uno sforzo considerabile per poter essere separati; non per altra cagione, se non se pel voto praticato al di dentro. Questo fa sì che non essendoci interiormente alcuna resistenza, le due colonne d'aria esteriore, che han per base cotesti emisferi, gli premono a vicenda in direzioni contrarie con tutto il lor peso; il quale se non venga superato, non potranno essi disgiugnersi come dianzi. Per lo contrario facendosi essi combaciare insieme all'aria libera; e conseguentemente non essendoci voto al di dentro; l' aria interiore controbilancia quella di fuori, e non vi è ragione, per cui non si debbano separare l' un dall' altro.

Tav. VI. Fig. 4.

43. Per quanto evidenti però sembrar possano siffatte ragioni ad un animo spregiudicato, non giungono a persuadere i Peripatetici, i quali credono che la Natura abborrisca il voto; come neppure i Cartesiani, che tratti da forza di sistema, ostinatamente sostengono esser tanto lungi che il voto esista, che non potrebbesi quello cagionare neppur per virtù della divina Onnipotenza. Imperciocchè essendo l'estensione, secondo essi, l'essenza del corpo (§. 4), si dovrà questo rinvenire dovunque quella si ritrova: perciò dee necessariamente esservi del corpo ovunque esiste lo spazio. Quindi fan tosto uscire in campo la lor *materia sottile* (§. 18), la quale pretendono, in primo luogo, che vada ad occupare con velocissimo moto tutti quegli spazj, che si frappongono tra le varie particelle de' corpi, e che dovrebbero rimaner voti, principalmente nella rarefazione di essi; 2°. che dalla maggiore, o minor quantità di siffatta materia esistente ne' corpi stessi, nasce poi la differente loro gravità specifica; e finalmente che il moto si produce liberamente nel pieno per la cedevolezza della materia stessa da loro ideata.

44. Non merita la pena di rifiutare siffatte stranezze; bastando solo il riflettere che l'esistenza di questa materia sottile è del tutto ipotetica, siccome abbiamo già osservato (§. 18); e poi, che la medesima essendo corpo, dev' esser dotata di resistenza, di

di peso, e di tutte quelle tali proprietà, che competono a' corpi. Quindi sarà composta di parti, le quali, attesa la somma fluidità, che i Cartesiani le attribuiscono, debbono essere sferiche, e conseguentemente toccar debbonsi in un punto. Ecco dunque degli spazj, che dovranno restare necessariamente voti, anche ammessi i prodigj della materia sottile Cartesiana.

45. S'egli è chiaro ch'esistano de' piccioli spazj voti sparsi qua e là nella tessitura de' varj corpi, ragionevol cosa è benanche l'immaginare che vi sieno altri ampj spazj fuori della Terra del tutto voti di materia; qual è, per esempio, quello in cui nuotano i corpi celesti. Imperciocchè per quanto sottile, e dilicato vogliasi concepire l'etere, che riempier dovrebbe siffatto spazio, giusta il sentimento di alcuni; non potendo quello esser altro che corpo, verrebbe a ritardare considerabilmente il moto delle Stelle, e de' Pianeti, mediante la sua forza d'inerzia, cui dovrebbero quelli superar perpetuamente. Cosa che ripugna a' fatti ugualmente che alla ragione.

AR-

## ARTICOLO V.

### *Della Forza d'Inerzia.*

46. Vuolsi intendere per *Inerzia* la naturale *inattività* della materia, per cui vediamo alla giornata che non può ella da se mettersi in moto, quando sia in riposo; nè cessare di muoversi, qualora non le si presenti verun ostacolo, che l'obblighi a porsi in quiete. Laonde quantunque sia l' Inerzia un principio puramente passivo, riguardar si può giustamente come uno sforzo, che i corpi fanno per rimanere nello stato, in cui si ritrovano, sia di moto, oppur di quiete. Come in fatti volendosi arrestare un corpo, che attualmente si muova; oppur volendosi muovere un altro, che stia in riposo; uopo è superare perfettamente l' inattività della sua materia; cioè a dire, che fa mestieri d' impiegare una quantità di forza uguale a quella, con cui quel tal corpo resiste per non essere disturbato dallo stato, in cui si trova: la quale forza impiegata viene conseguentemente distrutta dalla forza contraria del corpo medesimo; talmentechè non si mette egli in moto, se non per virtù dell' eccesso della forza, che opera contro di esso per superare la sua resistenza. E poichè siffatta resistenza compete a ciascheduna delle minime particelle, di cui il corpo è composto, riguardar si dee

co-

come l'aggregato di tutte coteste resistenze parziali; e quindi l'Inerzia dev'essere proporzionale alla quantità della materia. Avrem motivo di esaminare in appresso le conseguenze interessantissime, che derivano da un siffatto principio.

47. Chiunque entrasse nel sospetto che la forza d'Inerzia dipender potesse da quella di Gravità, in quanto che tirando quest'ultima tutt'i corpi verso il centro della Terra, fa sì che resistano essi a qualunque sforzo, che tenda a muoverli in altra direzione; potrà agevolmente convincersi del suo errore, lasciandosi liberamente cader di mano un corpo leggiero, qual sarebbe, per esempio, un pomo, affinchè discender possa con picciola velocità. Se nell'atto di tal caduta segua egli il pomo colla mano in modo tale che lo raggiunga in qualsivoglia punto della sua discesa, e lo prema verso giù, sentirà la resistenza del pomo verso la parte contraria, proporzionatamente alla forza, ond'egli lo percuote: segno evidente che la forza d'Inerzia non dipende in verun modo da quella di Gravità, la quale non opera, siccome diremo, se non se in direzione tendente giù al centro della Terra.

## ARTICOLO VI.

*Della Forza di Attrazione, e di Repulsione.*

48. Non v' ha cosa più facile per coloro, i quali sono versati nello studio delle cose naturali, quanto il rilevare, direi ad ogni passo, il gran dominio, che ha in Natura l' universale proprietà, posseduta dalle varie particelle della materia, di attrarsi scambievolmente; dimodochè sarebbe agevol cosa di rapportare una infinità di fatti per provarne evidentemente l'esistenza. Prendete in mano una pietra, un pezzo di metallo, o d'altro corpo di tal natura, e sforzatevi di romperlo; che val quanto dire di separar le sue parti l' una dall' altra. Il vostro sforzo riuscirà vano; o se pure avrà il suo effetto, vi costerà grandissima fatica. Ciò fa vedere ad evidenza quant' è grande la forza, in virtù di cui le particelle, ond'è composta la pietra, il metallo, ed altri corpi di tal genere, attraggonsi scambievolmente, e tengonsi unite l'una all'altra; altrimenti riuscirebbe agevolissimo il disgiugnerle. Questa è quella, che dicesi *forza di coesione*. Gettate delle gocce d'acqua, oppur di mercurio, sopra un piano levigato, e quindi avvicinatele l'una all'altra: primachè arrivino a toccarsi, si attrarranno con tanta violenza, che incorporandosi insieme, andranno tosto a formare una

una goccia sola, sottraendosi così alla legge generale, a cui van soggetti i fluidi; cioè a dire di porre sempre a livello le loro superficie. Prendete un pan di zucchero, una spugna, un pezzo di midollo di pane, uno squarcio di carta, un pannolino, o altra cosa simigliante; e fate che una delle loro estremità venga tuffata nell'acqua: vedrete tosto l'acqua medesima essere attratta in modo dalle accennate sostanze, che innalzandosi sensibilmente, andrà ad umettarne le parti, che sono molto al di sopra del suo naturale livello. E d'onde mai procede, se non se dall'affinità, o sia dall'attrazione, che una quantità di nitro, per esempio, oppur di sal di tartaro (carbonato di potassa) quantunque asciutta, trovasi poi considerabilmente inumidita, sicchè pesi il doppio, qualora tengasi esposta all'aria per qualche tempo?

49. Due palle di piombo A, B, appianate in una picciola parte della lor superficie, e quindi applicate, e premute di traverso con forza l'una contro l'altra, resteranno unite in modo che converrà fare uno sforzo considerabile per poterle disgiugnere: e talvolta mantengono sospese parecchie libbre senza staccarsi. Il celebre Beniamino Martin me ne fece veder due in Inghilterra, le quali quantunque non pesassero che una libbra per ciascheduna; e comechè non si toccassero che in una porzione della lor su-

Tav. VI. Fig. 6.

 per-

perficie, ugnale ad $^1/_{30}$ di pollice quadrato; pure giungevano a sollevare un peso di dugento libbre. Cosa che fa stupore! E siccome ciò succede ugualmente nel voto, dove l'aria non ha veruna influenza, chiaro si scorge non doversi attribuire, se non se all'attrazione. Lo stesso effetto si otterrà in una maniera più sensibile applicando l'un sopra l'altro due piani levigati *a*, *b*, di ottone, oppur di cristallo, unti leggermente di olio, affin di sloggiare l'aria da' loro pori: resteranno essi aderenti sì fattamente tra loro, che talvolta non basterà la forza di quattro uomini robusti per poterli distaccare; la qual forza supera di molto quella che la pressione dell'aria potrebbe fare sopra un piano, che non avesse, per esempio, che 4 pollici di diametro. In generale tutt'i metalli, che hanno facce levigatissime, ugualmente che l'avorio, e 'l marmo, i quali sono suscettibili della stessa politura, applicati l'uno sull'altro colla dovuta diligenza, tengonsi scambievolmente uniti con tanta forza, che trattane l'aderenza cagionata dal peso dell'atmosfera, uguaglia talora 259 libbre, siccome fu rilevato da Musschenbroeck ne' suoi varj esperimenti.

Tav. VI. Fig. 3.

50. Si è osservato più volte che in un tubo di vetro di circa 70 pollici di lunghezza, chiuso al di sopra, e riempiuto di mercurio perfettamente scevro di aria, sicchè l'interna superficie del tubo combaciar potes-

tesse appuntino coll'intera colonna di quello; dopo di essersi capovolto, il mercurio vi è rimasto sospeso al di dentro. Chiunque volesse attribuire cotesto fenomeno all'efficacia dell'aria, la quale premendo il mercurio da sotto in su, l'obbligasse quindi a rimanere nel tubo, è pregato a riflettere che la pressione dell'aria non è capace di sostenere se non se circa 28 pollici di mercurio, siccome dimostreremo a suo luogo. È forza dunque il dire che gli altri rimanenti 42 pollici fossero sostenuti da un'altra potentissima cagione; in cui chi mai può non ravvisarci la legge di coerenza, ossia la forza di attrazione fra le particelle del mercurio tra se, e fra il mercurio, e'l vetro del tubo? Come in fatti per poco che un tal tubo si scuota, vedesi tosto uscirne il mercurio, essendo vinta la forza di aderenza dal proprio suo peso.

51. In compruova della special forza di aderenza tra le due mentovate sostanze, v'ha il decisivo esperimento praticato dal Signor di Morveau col mezzo d'un piano di cristallo, ed un vaso di mercurio. Attaccata per via di mastice qualche sorta di appiccagnolo alla faccia superiore d'una lastra di cristallo A, ch'abbia il diametro di due pollici e mezzo, sospendasi ad una esatta bilancia B C, e si ponga ivi in equilibrio mercè di pesi annessi all'opposto braccio D di quella. Tostochè la superficie infe-

Tav. VI. Fig. 7.

feriore dell' accennata lastra si approssimerà al mercurio, che sia riposto entro a un vaso, qual sarebbe E F, resteranno essi scambievolmente attaccati con tal grado di forza, che si richiederanno 666 grani di peso applicati all' opposto braccio D della bilancia per poter vincere la loro aderenza, senza che vi sia il menomo fondamento da poter sospettare che possa a ciò contribuire la pressione dell'aria, riuscendo l'esperienza ugualmente bene nel voto della Macchina Pneumatica. Facendosi uso di piastre di metallo in vece di quelle di vetro, l'adesione sarà minore a misura che i metalli, di cui son composte, hanno una minore affinità col mercurio; scorgendosi da' fatti che per vincere l'adesione d'una piastra d'oro si richieggono 446 grani di peso; per l'argento 429; pel rame 142; pel ferro 115, e così de' rimanenti, non ostante che le piastre da essi formate abbiano tutte il medesimo diametro. Se in luogo di mercurio facciasi uso d'acqua, i gradi di aderenza de' mentovati corpi saranno anche diversi. Questo esperimento non solamente pruova la forza di adesione del mercurio, e dell'acqua alla superficie della piastra, a cui una porzione dell'acqua stessa rimane aderente dopo d'averla distaccata dalla massa del fluido, ma dimostra altresì la forza di affinità reciproca, con cui le particelle della massa acquosa tengonsi fra se unite, e resistono alla loro

se-

separazione: e ciò basta pel nostro proponimento. Del resto questa considerazione ha luogo parimente in altri fenomeni di tal natura, e specialmente ne' tubi capillari, come si vedrà in appresso.

52. Facendo uso dell'acqua contenuta nell'anzidetto bicchiere, cercate di avvicinar la punta del dito alla superficie di quella: fatelo attentamente, e vedrete che l'acqua s'innalzerà verso il vostro dito prima che segua il toccamento, e quindi gli si attaccherà con tanta forza, che quantunque lo ritiriate in su all'altezza di una linea; pure vi si manterrà aderente (comechè la forza di affinità tra le particelle del fluido vi opponga una resistenza), conformandosi alla guisa di un cono, la cui base è nella superficie dell'acqua del bicchiere. Un tal fenomeno si renderà più sensibile nell'atto che vogliasi ritrar dall'acqua un pezzetto di legno di pino, o pure un cilindro di vetro già immerso in quella; poichè sarà tale la forza di aderenza, che vedrassi l'acqua cingere il detto legno, ed egualmente il vetro a foggia d'un tubo, sollevato molto al di sopra dell'acqua del vaso.

53. L'esperimento dell'inchiostro simpatico, rapportato nel §. 51, può benanche servire di fortissima pruova pel nostro assunto; essendo uno de' liquori attratto dall'altro con tanta efficacia che passa per lo traverso di un libro voluminoso, ed anche

di un muro, per unirsi a vicenda, e quindi di rendersi visibili. La Chimica somministra benanche infiniti fatti evidentissimi in pruova dell'esistenza di cotesta forza, da' quali par che si rilevi di vantaggio esserci una legge particolare di attrazione fra certe specie di elementi, detta con altro nome *legge di Affinità*, da cui vien poscia originato un gran numero di prodigiosi fenomeni. Per darne un picciol saggio, oltre a ciò che se n'è detto dianzi, rapporterò gli esperimenti che seguono.

54. Pongasi un pezzo di argento in una sufficiente quantità di acqua forte ( acido nitrico ), e vedrassi tosto seguirne una sorta di effervescenza, durante la quale l'argento verrà sciolto dall'acido, si dissiperà tra le particelle di quello, e resteravvi incorporato. Se in tale stato di cose si getti della limatura di rame in quella tal soluzione, vedrassi succedere che l'acqua forte abbandonando immediatamente le particelle dell'argento, che in se conteneva, e lasciandole cadere a fondo sotto l'apparenza d'una bianca polve ( ciocchè da' Chimici si denomina *Precipitazione* ); si attaccherà alla limatura del rame, cui scioglierà, e terrà seco unita come dianzi fatto avea coll'argento. Un poco di limatura di ferro gettata in cotesto liquore, gli farà abbandonare il rame, precipitandolo al fondo del vaso, per attaccarsi al ferro, il quale quantunque

que sciolto, ed incorporato coll'acido, soggiacerà al destino de' mentovati metalli; qualor si ponga in quello un pezzettino di zinco, ch'è una delle spezie de' metalli semiduttili. Essendo il zinco già disciolto nell'acqua forte, vedrassi egli precipitare a fondo tostochè vi si versi dentro un po' di polvere d'occhi di granchi, o generalmente parlando, di carbonato calcareo, la cui mescolanza cagionerà sulle prime una vigorosa, e singolare effervescenza. Ecco pertanto nel risultamento di questa esperienza una pruova manifestissima d'esservi una particolare attrazione tra le particelle dell'acqua forte ( acido nitrico ), e quelle dell'argento, e d'esservene una maggiore tra l'acqua forte e 'l rame; giacchè al presentarsi di questo, che ne vien fortemente attratto, lasciansi in abbandono, e precipitansi a fondo le particelle di quello. L'attrazione col rame si dilegua immantinente al comparire del ferro; questa cessa del tutto per dar luogo a quella del zinco; la quale finalmente divien nulla a fronte della polve di granchi, con cui ha l'acido nitrico una maggiore analogia. Questo è ciò, che dicesi da' Chimici *legge di affinità*, la cui conoscenza essendo loro molto profittevole in parecchie occorrenze, si son formate delle Tavole, dette *di affinità*, ove trovansi registrati i differenti gradi di attrazione, cui l'esperienza ha fatto ravvisare tra sostanze di diversa specie. 55.

55. Se in due libbre di spirito di vino impuro gettate una mezz'oncia di sal di tartaro (carbonato di potassa), oppur d'altro sale alcalino, attrarrà questo a se poderosamente la sola acqua mescolata collo spirito, il quale essendo versato dolcemente in un altro vaso, si troverà rettificato, e puro; e potrà ridursi alla massima purità possibile col riaffonderci dell'altro sale, e ripetere la mentovata operazione. Con questo semplicissimo metodo si può rettificare lo spirito di vino senza assoggettarlo alla distillazione.

56. Le cristallizzazioni d'ogni sorta sembrano confermare questa medesima verità; imperciocchè per far sì che il sal marino (muriato di soda) per cagion di esempio, comechè disciolto cento fiate nell'acqua, prendà costantemente la forma di piccioli cubi dopo seguito lo svaporamento, pare assolutamente necessario che gli elementi, che lo compongono, attragansi tra di loro in certi determinati modi, sicchè presentino gli uni agli altri costantemente la medesima superficie. Così il nitro è formato di colonnette esagone, il sale ammoniaco di spigoletti, l'arsenico di ottaedri composti di otto piani triangolari: e ciò segue con siffatta regolarità, e costanza, che dalla sola ispezione de' cristalli si vien tosto in cognizione della natura de' sali. La legge dunque, che opera sulle loro particelle, è invariabile; e l'abban-

bandono dell'acqua per unirsi quelle scambievolmente, e formare le indicate figure, fa manifestamente scorgere la particolare affinità, che regna tra di esse.

57. Porta il pregio di rapportare in ultimo un altro grazioso esperimento in conferma della legge di affinità, il quale ci potrà dar de' lumi per applicare dovutamente siffatte dottrine. Prendasi un picciol vaso, conformato alla guisa di una lucerna, e si empia di vino purissimo, d'acqua, e d'olio mescolati insieme: avendo poscia preparati tre lucignoli di bambagia, s' intingano separatamente, uno dentro all'acqua, l'altro dentro all' olio, e 'l terzo dentro al vino. Ciò fatto, pongansi tutt' e tre dentro al miscuglio de' liquidi contenuti nel vaso anzidetto, in qualche distanza l'un dall'altro, facendo sporgere un capo di ciascheduno fuori del labbro del vaso, talchè stieno pendenti verso il sostegno, su cui il vaso sia appoggiato. Sarà bello il vedere che, quantunque sieno essi tuffati tutt' e tre nell' accennato miscuglio di tre fluidi differenti, pure verrà da ciascheduno attratto quel fluido soltanto, di cui si trova anticipatamente imbevuto; ond' è che gocciolando quello fuori del vaso fino a tanto che il medesimo sarà del tutto votato, e raccogliendosi in tre scudellini differenti; si troverà nel primo di questi il puro olio, nel secondo l' acqua, e nel terzo il vino: segno evidentissimo che

cia-

ciascheduno de' detti fluidi ha una particolare attrazione con quello della medesima natura. Bisogna avvertire però che non tutt' i vini sono atti a questo esperimento, a motivo che parecchi s' incorporano talmente coll' acqua, che non se ne possono più separare. Sicchè in lor vece potrebbe sostituirsi qualche altro liquore, con cui l' acqua non avesse tanta affinità, oppure far uso soltanto dell' acqua, e dell' olio.

58. Cotesta forza di attrazione, la cui esistenza vien chiaramente confermata da infiniti fatti, che per brevità si tralasciano, fu scoperta felicemente dal genio indagatore di Newton dopo di aver dimostrata l' attrazione reciproca di gravità fra le grandi masse de' corpi celesti. Uopo è sapere ch' essa conviene in particolar modo alle picciole particelle di materia allorchè sono in contatto, oppur vicine a toccarsi; ed è maggiore, o minore, date uguali le altre cose, a misura che si accresce, ovvero si diminuisce la quantità delle superficie, che sono in contatto, oppur prossime a quello: e poichè la quantità delle superficie, che scambievolmente si toccano, dipende dalla varia forma delle particelle, di cui un corpo si compone; essendo cotesta forma differente a tenore de' differenti corpi, ne segue che le parti di alcuni di essi debbono essere più fortemente coerenti, che quelle di altri. Così que' corpi, per cagion d' esempio, le cui particelle fossero cubiche, debbono essere

sere più fermi, e più consistenti di quegli altri, le cui particelle essendo sferiche, non si possono toccare che in un sol punto. Quindi viene originato il vario grado di durezza, e di mollezza, di consistenza, e di fluidità di varj corpi, ugualmente che la loro diversa gravità specifica, l'elasticità, ed altre qualità analoghe alle medesime; senza escluderne la parte, che ci prende il calorico sì per virtù della sua azione assoluta, come in forza della particolare attrazione, ch' egli ha con alcune delle molecole de' corpi divisati, siccome a suo luogo il vedremo.

59. Allegavansi da' Newtoniani alcuni altri sperimenti come una luminosa pruova dell' attrazione scambievole de' piccioli corpi leggieri posti in vicinanza fra essi, esempigrazia di due leggerissime palle di vetro, ovver di sughero di ugual peso a un dipresso, ed in distanza di poche linee l'una dall'altra. È cosa piacevolissima il vedere, ch' esse si avvicinano fra se con un moto accelerato, e la lor forza di aderenza è tale che tirandone una verso di voi colla mano, l'altra le viene appresso. Intendasi lo stesso di due aghi finissimi bene asciutti, che mettansi diligentemente a galleggiare sull'acqua. Ma i lumi recentissimi somministratici particolarmente da M.r Laplace sì nella sua bella *Teoria de' tubi capillari*, come nell'*Esposizione del sistema del Mondo*, ci han fatto chiaramente ravvisare che le accennate

al-

attrazioni non sono che apparenti, e che l'avvicinamento celere de' suddetti corpi non è che l'effetto della pressione dell'acqua in cui galleggiano, la quale premendo su i corpi stessi con maggiore efficacia dalla parte posteriore che da quella, con cui si riguardano, le spigne ad avvicinarsi scambievolmente; conciossiachè la superficie dell'acqua fra essi compresa divien più bassa di quella delle loro parti opposte. Intendasi lo stesso di due palline di ferro, che facciansi galleggiar sul mercurio. Questa teoria è tanto vera che se le due palline, o pure i due aghi sospendansi a sottilissimi fili, e si avvicinino scambievolmente, non vi si scorgerà la menoma forza di attrazione.

60. Che se al contrario uno de' corpicciuoli galleggianti sia di tal natura che sia capace di essere umettato dall'acqua, e l'altro no, quali sarebbero per esempio una pallina di sughero, e l'altra di sego; quando saranno portati ad una data vicinanza, invece di attrarsi a vicenda, vedrassi il secondo esserne rispinto. La ragione si è che la superficie dell'acqua deprimendosi intorno al corpo non idoneo ad essere inumidito, ch'è incapace di attrarla; e per lo contrario elevandosi dalla parte di quello, che n'è umettato; dee quest'ultima fare una pressione verso la parte opposta, e quindi allontanare da se il corpo, che le sta a rincontro, quasichè vi fosse tra essi una forza

za di repulsione. Volendosi su ciò degli schiarimenti più estesi, e delle ingegnose applicazioni ad altri fenomeni di simile natura, fa d' uopo ricorrere alle opere citate nel §. 59.

61. Quì torna molto a proposito il ragionar in succinto sui fenomeni, che si osservano ne' tubi capillari. Prendete un tubo ch'abbia il diametro interiore molto augusto, a cui dassi perciò il nome di *tubo capillare*; e sostenendolo verticalmente, tuffate la sua estremità inferiore entro ad un vaso di acqua: vedrassi questa elevare nel tubo notabilmente al di sopra del livello dell'acqua del vaso, sì per virtù dell'attrazione delle pareti interne del tubo, sì ancora per la forza attraente delle molecole dell'acqua fra se medesime; e l'elevazione si aumenta fino a tanto che il peso della colonnetta dell'acqua già sollevata si equilibri colle suddette forze attraenti, che tendono a sollevarla maggiormente. E se si osservi la superficie della colonnetta dell'acqua, si vedrà esser concava, per la ragione che le molecole dell'acqua sono più attratte dal vetro di quel che attraggansi fra loro. Immergendo un simil tubo in un vaso di mercurio, il fenomeno succederà al contrario, perciocchè in vece di elevarsi quello entro al tubo, si abbasserà sotto al livello indicato, e la sua superficie nel tubo sarà convessa, a cagione che, a differenza dell'acqua, le

par-

particelle del mercurio attraggonsi fra se con quasi il quadruplo di forza di quel che sono attratte dal vetro.

62. Quì però fa d'uopo avvertire, che all'infuori della forza attraente che regna ne' tubi capillari fra le interne loro pareti, ed i fluidi che vi si sollevano; ed oltre alla forza di coerenza, onde tengonsi fra se congiunte le molecole de' fluidi stessi, il dotto M.r Laplace vi fa entrare a calcolo la legge d'equilibrio, che dee necessariamente aver luogo tra la colonna interiore del tubo, e'l fluido libero esteriore, secondochè la superficie del fluido interiore è concava, come nell'acqua, o pure convessa, come nel mercurio. Quando la superficie della colonnetta del fluido entro al tubo capillare è concava, come succede all'acqua, la sua azione sull'intera colonnetta è minore dell'azione che il fluido contenuto nel vaso esercita contro la colonnetta medesima, e quindi dee questa elevarsi entro al tubo. Per lo contrario quando la superficie del fluido interiore è convessa, come succede al mercurio, allora l'azione del mercurio su tutta la sua colonnetta entro al tubo supera quella, ch'esercita contro di esso il mercurio contenuto nel vaso, e quindi il mercurio deesi abbassare in ragione della differenza delle loro pressioni, che val quanto dire in ragione inversa del diametro interiore del tubo. Da tali principj è derivata la bella, e lu-

luminosa *Teoria de' fenomeni capillari* del citato illustre Autore (§. 59); la quale essendo di grande estensione, e feconda di lumi per ispiegare un gran numero di fenomeni, uopo è che sia consultata originalmente, non essendo a noi permesso d'inoltrarci in siffatta materia in un corso elementare.

63. Inoltre la forza di attrazione non è uguale in tutte le particelle della materia, scorgendosi in alcune assai sensibile, ed in altre debole a segno, che non si manifesta, se non quando sono quelle vicinissime a toccarsi. Sì in queste però, come in quelle l'attrazione vedesi sempre scemare a misura che cresce la distanza. Oltrechè vi sono alcuni corpi in natura, ne' quali la forza attraente operando con grandissimo vigore a distanze alquanto considerabili, viene a manifestarsi in una maniera sensibilissima. Tal è, per esempio, la Calamita rispettivamente al ferro; e tali sono benanche i corpi elettrizzati, che hanno il potere di tirare a se quegli altri, che non sono tali. Queste sorte particolari di attrazione riguardansi da' Newtoniani come di spezie diversa; e distinguonsi perciò col nome di *Attrazione elettrica*, e di *Attrazione magnetica*. Ciò non ostante si è rinvenuto in virtù di esperimenti ch' esse seguono la legge generale della ragione inversa de' quadrati delle distanze, di cui si ragionerà a suo luogo.

64. I Fisici più sensati reputano oggidì che l'attrazione fra le molecole de' corpi agisca colla stessa legge, ond'ella opera nelle grandi masse a grandi distanze; cioè a dire reciprocamente ai quadrati delle distanze, legandosi per tal modo l'attrazione molecolare con quella de' corpi celesti. È sembrato però a taluni Newtoniani che l'attrazione di coerenza operi nella ragione inversa de' cubi delle distanze divisate, dimanierachè scemandosi di 8 volte in una doppia distanza, si diminuisce come 27 in una distanza come 3; di 64 in una distanza come 4, ec.; tali essendo i cubi de' numeri 2, 3, 4, ec.; e che vi sieno de' fenomeni, da cui apparisce non aver sempre luogo cotesta legge. Dal che parecchi presero motivo di negare l'esistenza dell'attrazione Newtoniana, siccome quella che variando alla guisa di Proteo, operar vedesi ora nella ragione inversa de' quadrati, ora dei cubi delle distanze, ed ora finalmente secondo altre ragioni differenti, che noi ignoriamo. Io però son dell'avviso di coloro, i quali pensano che l'attrazione di coerenza, benchè sia essenzialmente la stessa dell'attrazione universale a grandi distanze, vien di ragione modificata diversamente dalla varia forma delle molecole de' corpi, dalla diversa loro distanza, dalla loro posizion rispettiva, più o meno idonea a moltiplicare i punti del contatto, e quindi ad influi-

fluire sulla loro unione colle altre simili; dall'elettricità, dal calorico, e forse da altre cagioni combinate colla legge generale. Vedremmo peravventura le mentovate varietà ridursi a leggi sempre regolari, e costanti, qualora divenuti noi più veggenti, contemplar potessimo a bell'agio la differente forma delle particelle ne' corpi diversi, non che le differenti circostanze, che vi hanno della influenza. L'operar l'attrazione talvolta con ispeciali leggi a noi ignote, par di ragione stabilito per adempiere fini assai estesi, e sublimi. Ed in fatti non è da recarsi in dubbio che dal vario grado di coerenza tra le particelle componenti de' corpi non solamente deriva il vario lor grado di densità, e durezza a pari circostanze (§. 53); ma eziandio parecchie altre loro qualità, e differenze specifiche. Per far dunque che i corpi fossero diversamente densi e varj nella specie, faceva assolutamente mestieri che le parti di ciascheduno si attraessero, e si tenessero insieme congiunte con varj gradi di forza; e quindi che vi fossero delle leggi speciali di affinità, e di attrazione. Durate voi forse alcuna fatica ad immaginare il gran disordine, che ne avverrebbe se il formento, per cagion d'esempio, fosse ugualmente denso, e duro che il bronzo? se l'acqua, e l'aria avessero la densità del mercurio? se la densità, e la durezza de' muscoli, de' nervi, del sangue, e delle rimanenti parti del nostro corpo, e di

 quello

quello degli altri animali, uguagliassero quelle del ferro? Gl' inconvenienti, che ne risulterebbero, sono tali da potersi concepire di primo lancio. Faceva dunque mestieri che campeggiassero dappertutto in Natura coteste speciali affinità, ed attrazioni, la cui esistenza, e'l cui esteso dominio, lungi dal doverci parere assurdo, ed irregolare, ci spinge piuttosto a farci aprire gli occhi, ed a farci ravvisare una sovrana Sapienza, che con provvido, e saggio consiglio ha disposto le cose in modo che tutto concorra all'armonia, ed all'ottimo regolamento dell'Universo. Oltrechè, essendo provvidamente ordinato in Natura che i corpi in essa esistenti soggetti fossero di continuo a soffrir de' cambiamenti, ed a formarsene sempre de'nuovi dalla scomposizione di altri (§. 22), faceva certamente mestieri che sussistessero tra i loro elementi alcune attrazioni speciali, per la cui forza associandosi scambievolmente quelli, che hanno tra loro una particolare affinità, si formassero quelle tali spezie di sostanze, cui fa d' uopo rimpiazzare nel vasto teatro del Mondo.

65. Oltre alla forza di attrarre, scorgonsi alcuni corpi dotati di una certa forza repulsiva, maggiore, o minore, secondo le circostanze. Così due corpi elettrizzati ributtansi a vicenda, ugualmente che i due diversi poli magnetici: una quantità di acqua non s' incorpora giammai naturalmente con un'

un' altra quantità di olio; ed in simil guisa una goccia d'acqua non si attacca ad un pezzo di cera, o di sego. Esponete varj ritagli di panni differenti all'aria aperta nel luogo stesso, in un mattino rugiadoso; e troverete che alcuni di essi saran coperti interamente di rugiada, laddove alcuni altri non ne avranno neppure una goccia sola: cosa che succede ugualmente, mettendo alla pruova differenti sorte di metallo. Ponete diligentemente un ago sottile, e ben asciutto sulla superficie dell'acqua: la forza repulsiva vedrassi operare in maniera, che allontanandosi l'acqua sensibilmente da' lati di quello, vi formerà una spezie di solco intorno intorno, e l'ago vi si manterrà a galla: il qual fenomeno si renderà vieppiù sensibile dalla cavità rimarchevole, che si formerà tutt'all'intorno d'una pallina di ferro, che si faccia galleggiar sul mercurio. Egli è vero che v' ha molti fenomeni di repulsione apparente, fra cui annoverar debbonsi quelli, che abbiam rapportato nel §. 60, ma ve n'ha poi de' reali ed effettivi, che scorgonsi sovente fra diverse sostanze.

66. I Newtoniani sostengono che cotesta forza repulsiva incominci immediatamente al di là dalla sfera, diciam così, dell'attrazione, e quindi che principii a manifestarsi tostochè cessa la forza attrattiva: e comechè vi sieno alcuni, i quali giudicano esser coteste due forze interamente diverse

tra loro, vi sono però di quegli, a cui piace il credere, e con ragione, ch' esse dipendano dallo stesso principio; e che la forza attrattiva, onde congiungonsi le particelle di un corpo, più poderosa di quella, con cui son tratte da un altro corpo vicino, faccia comparire essèrvi fra questo, e quelle una forza di repulsione. Così l'argento, che sciolto dall' acqua forte (acido nitrico) si manteneva per virtù di attrazione strettamente unito con quella, par che venga tosto rigettato, e precipitato al fondo del vaso, quando vi si versa del rame, da cui l'acqua forte viene attratta con forza maggiore (§. 54). Il potere attrattivo più sensibile tra le particelle del mercurio, che tra queste, e 'l vetro, rendendo convessa la cima della colonna di un Barometro, fa sembrar che il mercurio sia poderosamente ributtato dal vetro.

67. Ragionevolissimo è pertanto il supporre che a coteste forze attrattiva, e repulsiva, qualunque esse sieno, debbasi attribuire in gran parte lo svaporamento dei fluidi, il bere che fa la radice i sughi nutritivi della terra, e quindi la loro salita sino alle più elevate cime degli alberi, e d'ogni sorta di vegetabili; la diffusione delle particelle odorose da' corpi odorati; lo slancio della luce da' corpi luminosi; la formazione de' cristalli di certe determinate forme; lo scioglimento, oppur l'unione di parec-

recchie sostanze; le precipitazioni chimiche; ed una infinita varietà d'altri fenomeni, che sono forse i più meravigliosi della Natura, e i più profittevoli al genere umano. Da' medesimi principj si suol ripetere benanche da' Newtoniani la cagione della rarefazione, e della compressibilità di varj corpi; perciocchè come potrebbero le parti di un corpo separarsi a vicenda, ed occupare un maggior volume; ed in qual modo le parti compresse di un altro ritornar potrebbero di bel nuovo nella loro situazione primiera, senza l' ajuto di forze, che le obbligassero ad allontanarsi, e poi ad unirsi l' una coll' altra? Vuolsi confessare però che in molti degli annoverati fenomeni prende gran parte il calorico, e forse anche il fluido elettrico, la cui efficacia sarà dichiarata diffusamente in luogo più opportuno: particolarmente ne' vegetabili una certa elevazione di temperatura proporzionata all' indole loro diversa, non che l' azione de' loro organi è assolutamente necessaria al loro sviluppo, ed alla loro conservazione.

68. Per poco ch' altri rifletta al mentovato fenomeno de' tubi capillari (§. 61), ed alla particolare attrazione, che vien dimostrato esserci tra fluidi dello stesso genere dall' esperimento del §. 57, gli si aprirà un campo da poter concepire in qualche modo sì la grand' opera della separazione de' varj liquidi nel corpo animale, come

quella della nutrizione. Il supporre, per esempio, che dal medesimo sangue, che circola in tutto il corpo, il fegato separi la bile, il pancreas l'umor pancreatico, le glandole dello stomaco il succo gastrico, le pituitarie il moccio, le parotidi la saliva, le sebacee un umore olioso, e così di mano in mano, perchè essendo le medesime conformate alla guisa di un filtro, lasciano passare soltanto a traverso della loro sostanza quelle particelle del sangue, il cui diametro non oltrepassa quello de' loro pori; è cosa molto poco soddisfacente; conciossiachè osservasi coll'esperienza, che la carta per cagion d'esempio, i cui pori sono così larghi che lasciano passar liberamente l'acqua, non permettono che vi passi l'aria, siccome scorgesi facendo uso della Macchina Pneumatica. La carta, pe' cui pori liberi passa a stento la luce, rendesi trasparentissima tostochè quelli si riempiono d'olio. L'acqua che trapela pe' finissimi interstizj di un masso di tufo, o di terra addensata, non trova un libero cammino dentro un tubo capillare di un diametro assai maggiore. Laonde è più ragionevole, e più analogo all'esperienza il credere che ciascheduna delle glandole imbevuta in qualche modo, fin dal punto della formazione del corpo, dell'umore analogo a quello, che dee poi separare, prosegua in appresso ad attrar sempre dal sangue le parti dello stesso umore, lasciando

do passar liberamente le altre di diversa qualità, e natura; nella guisa appunto che i tre lucignoli nell' esperimento del §. 57 comechè tuffati tutti e tre in un miscuglio di liquidi differenti, attraggono, ciascheduno, un solo e particolar liquore, simile a quello, di cui sono stati preventivamente imbevuti. La qual cosa si rende vieppiù credibile dal rilevarsi da fatti assai ovvj, e variati (un gran numero de'quali legger si può presso Hallero) che tutt'i diversi umori, i quali vengono separati nelle differenti parti del nostro corpo, trovansi già preventivamente belli e preparati nella massa del sangue. Vero è che si potrebbe opporre a questa opinione che non v'ha umore nel feto, il quale abbia le qualità, per esempio, di bile, di succo gastrico, di saliva, e del resto de' fluidi, che vengon poi separati col crescer dell'età nelle varie glandole, ravvisandosi il tutto blando, acquoso, ed insipido: ciò però non distrugge quel si è da noi stabilito, bastando unicamente che la qualità di siffatti umori, quantunque blandissima, sia originalmente analoga a quella, che da quel tale organo deesi separare col tratto del tempo. Forse la figura, e la particolar conformazione dei condotti secretorj possono avere qualche influenza in siffatta operazione, del cui meccanismo, ch' è per altro molto incerto ed oscuro, si è cercato di rapportar quì la più plausibile opinione.

69.

69. Corrispondentemente alle dottrine dichiarate di sopra vi è similmente gran ragione di credere che la forza di attrazione contribuisca moltissimo a far sì che le picciole boccucce de' vasi chiliferi assorbiscano il chilo dagl' intestini alla guisa di tanti tubi capillari, per indi portarlo nel condotto toracico, e conseguentemente nel sangue per la vena succlavia; onde poscia scorrere, ed innaffiare, se così mi è permesso di dire, tutte le varie parti del corpo.

## ARTICOLO VII.

### *Della Forza di Gravità, e delle sue leggi.*

70. Siccome abbiam veduto fin quì che le picciole particelle, onde compongonsi i corpi, attraggonsi a vicenda, qualora son vicinissime l'una all' altra, e prossime al contatto; così osservasi coll' esperienza che i gran massi di materia, di cui si compon l'Universo, attraggonsi scambievolmente a distanze assai considerabili. Questa è quella che dicesi *Attrazione di Gravità*, che si è da taluni riputata diversa dalle altre specie di attrazione fin quì rapportate. Siffatto meraviglioso potere, da cui dipende l'armonia di tutto l'Universo, e d'onde deriva la massima parte de' portentosi fenomeni, che ci si manifestano alla giornata e nel Cielo, e sulla Terra, fu ben conosciuto nella scuola di Anassa-

sagora, ugualmente che in quella di Democrito, e di Epicuro, ove s'insegnò asseverantemente la generale propensione della materia verso centri comuni: alla quale idea si uniformarono poscia Copernico, e Ticone. Fu ella però spinta più oltre dal sagace Keplero, il quale tenne ferma opinione che la detta universale forza attrattiva fosse reciproca in tutti i corpi; e che quella del Sole, e della Luna si estendesse fino alla Terra, a segno che spiegò per virtù di essa il flusso e riflusso del mare, ed altri fenomeni di simigliante natura. Il Sig. de Fermat, Roberval, Bacone da Verulamio, ed altri, non si dipartirono da cotal sentimento. Merita però che si faccia su ciò particolar menzione del Signor Hook, letterato assai celebre dell'Inghilterra, il quale in una sua Opera insigne pubblicata nel 1674, non solamente ragionò sulla forza di attrazione ne' termini più precisi, e più chiari, attribuendola anche a'Pianeti, che affermò perciò di attrarsi scambievolmente; ma si avanzò fino a dire che siffatto potere si va scemando a misura che si accresce la distanza de' corpi, comechè non ancora gli fosse riuscito di determinare secondo qual proporzione si facesse un tale scemamento. L' investigazione di cotesta legge fu avventurosamente riserbata allo spirito indagatore di Newton, mercè i cui lumi si è ella renduta una sorgente inesausta di tante altre scoperte, d' onde traggonsi alla

alla giornata le conseguenze le più singolari, e nel tempo stesso le più conformi alle osservazioni.

71. Ove si ragioni della nostra Terra, cotesta potenza di attrarre riguardasi come accumulata, per così dire, nel suo centro: quindi ne avviene che tutt'i corpi lasciati liberamente cadere dall'alto, sforzansi tosto di scendere verso il centro di quella (*a*); e che i varj popoli della Terra ugualmente che le loro abitazioni, e tutti quegli altri corpi, che hanno per appoggio la sua superficie, mantengonsi fermi ne' loro siti, sì al di sotto, come al di sopra, e tutt'all'intorno della medesima, senza esserne violentemente sbalzati via in forza del moto di rotazione di quella. Da un simile principio, cioè a dire dal considerarsi la gravità de' Pianeti accumulata in un certo punto, ne nasce eziandio che il Sole, e i rimanenti corpi celesti, mantengansi equilibrati nelle loro rispettive distanze; ch' è quanto dire nel comun centro della forza di gravità, onde attraggonsi scambievolmente (*b*): del

(a) Per maggior dilucidazione di questa proposizione veggasi il § 77.

(b) Si è calcolato dagli Astronomi che cotesto centro comune fra la Luna, e la Terra trovasi alla distanza di 6000 miglia dal centro della Terra medesima. E siccome il semidiametro terrestre in numeri rotondi uguaglia a un dipresso 4000 miglia, ne segue che il comun centro divisato ritrovisi alla distanza di 2000 miglia fuori della Terra verso la Luna.

del che prenderemo in appresso opportuno motivo di ragionare. Quì però non tralasceremo di dire che anche ne' gran massi di materia, i quali elevandosi notabilmente sulla superficie della Terra, si discostano assai dal centro di quella, la forza di attrazione si manifesta a un grado sensibilissimo. Potrebbonsi rapportare in compruova di ciò le fondate congnietture de' Signori Cavendish, la Caille, Beccaria, Boscovick, ed altri celebri Osservatori, relativamente alle Alpi, a' Pirenei, agli Appennini, etc., ma stimo meglio di dedurla dalle osservazioni autentiche praticate nel 1737 da' Signori de la Condamine, e Bouguer sulla montagna di Chimboraço nel Perù, la cui cima sollevasi sulla superficie terrestre per 2317 tese. Facendo eglino delle osservazioni sulle Stelle con un Quadrante di 2 piedi e mezzo, si avvidero in una maniera evidentissima che il filo a piombo di quello deviava 8 secondi dalla perpendicolare, in virtù della forza attraente del monte: il qual deviamento sarebbe stato anche maggiore, se il seno del detto monte non avesse contenuto una cavità enorme, per essere stato una volta la sede di un Vulcano; imperciocchè quantunque la sua massa sia 7400 milioni di volte più picciola della massa terrestre, nondimeno però la distanza del filo a piombo dal suo centro di gravità era di gran lunga minore di quella,

la, che si frapponeva tra il filo medesimo, e 'l centro della Terra. Il celebre Dottor Maskelyne, Astronomo R. d'Inghilterra, essendo andato espressamente nella Scozia per fare delle osservazioni di tal natura sulla montagna di Schehallien, rinvenne chiaramente che l'attrazione della medesima facea deviare il detto filo di sei secondi.

72. Cotesta forza di Gravità è un attributo così universale della materia, che non v'ha particella della medesima, per picciola che sia, la quale ne vada sfornita; ond'è che non solamente si smentisce la falsa opinione de' Peripatetici, i quali supponevano darsi in Natura la *leggerezza* assoluta, ossia darsi de' corpi interamente scevri di Gravità, ma si deduce eziandio esser la detta forza proporzionale alla quantità della materia, altro non essendo la gravità di un corpo, se non se l'aggregato delle forze parziali, le quali competono ugualmente a ciascheduna delle minime particelle, di cui egli si compone. Sì l'una, come l'altra verità, provansi ad evidenza colla Macchina Boyleana. Ed in fatti v'ha cosa, che sembrar possa più leggiera della fiamma, e del fumo di una candela? Eppure, se messa una candela accesa in un recipiente della detta Macchina, estrarrete l'aria da quella, vedrete che la fiamma appianandosi si dirigerà verso giù; e quindi che smorzata da se la candela, il fumo invece di sol-

sollevarsi in alto, siccome fa nell'aria, cadrà immantinente sul fondo del recipiente: segno evidentissimo che la fiamma, e il fumo tendono anch'essi a simiglianza di tutti gli altri corpi, verso il centro della Terra.

73. Che la Gravità sia proporzionale alla quantità della materia, sia pur qualunque il volume; oltre al riferito raziocinio, lo pruova chiaramente il seguente sperimento. Si adatti alla macchina Pneumatica un recipiente, che abbia l'altezza di circa due piedi; e dopo di averne estratta l'aria per quanto è possibile, vi si faccian cadere nel tempo stesso da cima a fondo due corpi di peso, e di volume differentissimo; quali sarebbero, esempigrazia, un pezzo di piombo, ed un pezzettino di carta. Osservando attentamente vedrete che cadranno entrambi colla stessa velocità, talchè giugneranno al fondo tutt' e due nel medesimo istante. Affinchè cotesti due corpi tanto fra se disuguali nella densità, e nel peso, cadendo dalla medesima altezza, abbiano potuto giugnere al fondo con ugual celerità, e nello stesso punto, ciascuna delle loro parti, come se fossero distaccate l' una dall' altra, ha dovuto esser tratta giù ugualmente, ossia collo stesso grado di forza: ma il numero delle medesime è maggiore nel piombo, che nella carta: dunque la somma di tali forze, ossia la quantità totale della forza di Gravità, ha dovuto esser maggiore in quello, che

che in questa. Supponendo in fatto che nella carta vi fossero 4 particelle di materia, e nel piombo 50; se per trar giù il pezzo di carta ci sono bisognati 4 gradi di forza, è stato necessario d'impiegarsene 50 per trar giù il pezzo di piombo. Se dunque la somma delle forze impiegate per far discendere ciascuno de' detti corpi, uguaglia in ciaschedduno di essi la somma delle loro particelle, ossia la quantità della materia, egli è pur troppo evidente che la forza di Gravità è sempre proporzionale alla quantità della materia.

74. Uopo è dunque riguardar la Gravità come una forza, la quale operando di continuo, ed ugualmente su ciascheduna delle minime particelle della materia, imprime a ciascuna di esse uguali gradi di velocità; dimanierachè le parti componenti di qualunque corpo cadente considerar si possono come distaccate l'una dall'altra: imperciocchè siccome nel caso che fossero realmente tali, scenderebbero tutte colla medesima velocità, così essendo strettamente unite insieme, sono eziandio ugualmente veloci. Dal che deriva che la propensione, o sia tendenza a cader giù, impressa ai corpi da cotesta forza, non ha veruna dipendenza dalla grandezza di quelli; e quindi ch'è uguale sì nelle grandi, come nelle piccole masse.

75.

75. Che se poi scorgesi alla giornata che diversi corpi lasciati liberamente cadere dall'altezza medesima, non arrivano tutti giù nel tempo stesso, ciò nasce unicamente dalla resistenza dell' aria, ch' essi debbono superare nella loro discesa; la quale resistenza essendo rispettivamente minore a misura che la massa del corpo è maggiore sotto lo stesso volume; ne segue che un corpo più pesante di un altro, quantunque di ugual volume, giugne a terra prima di quello, comechè siensi fatti scendere ambidue dall'altezza medesima. Così d'altronde essendo maggiore la resistenza, che si presenta ad un corpo, il quale abbia maggior volume di un altro, quantunque sieno uguali di peso; ne avverrà che il corpo più voluminoso arriverà giù più tardi di quello, che ha minor volume. Non è dunque perchè le intrinseche velocità di cotesti corpi sieno disuguali, ma è il vario grado di resistenza, ch' essi incontrano, ciò che gli fa discendere in tempi disuguali. Nè è cosa difficile l'intenderne la ragione, qualor si rifletta che la quantità di moto di un corpo, ossia l' impeto, per la cui energia supera egli la resistenza che se gli oppone, è il prodotto della propria massa per la sua velocità, come dimostreremo in appresso; ond' è poi che date in due corpi le velocità uguali, quello di maggior massa avrà una maggiore quantità di moto, e conseguentemente farà uno sforzo

F più

più efficace per vincere la resistenza dell'aria, cosicchè giugnerà a terra più prontamente. Per la ragione stessa avendo un corpo maggior volume di un altro, ma ugual massa con quello; quando le velocità sieno uguali in entrambi, si uguaglieranno eziandio le loro quantità di moto; ma il più voluminoso poggiando su maggior volume di aria, avrà maggior resistenza da superare, e quindi arriverà a terra più tardi.

76. Dalle cose dichiarate nel §. antecedente può rilevare il suo errore chiunque, dall'aver veduto che una libbra di piombo, per esempio, ed un pezzettino di carta, cadono con ugual velocità sul fondo di un recipiente voto della Macchina Pneumatica, (§. 73), si fosse immaginato che siffatti due corpi dovrebbero produrre perciò il medesimo effetto in virtù della loro percossa. Imperciocchè quantunque le velocità sieno uguali in ambidue, pure la quantità di materia essendo assai maggiore in una libbra di piombo, che in un pezzettino di carta, la quantità di moto di quella dev'esser molto maggiore della quantità di moto di questo; e quindi i loro effetti debbono essere diversi; dimanierachè la libbra di piombo sarà valevole a spezzare, cadendo, una palla di vetro, o altro corpo simigliante, il quale non sarà in verun modo danneggiato dalla carta.

77.

77. Essendo la forza di Gravità, siccome abbiam detto (§. 71), quasichè accumulata nel centro della Terra, d'onde poi si diffonde tutt'intorno secondo la direzione di altrettanti raggi tirati dal centro stesso; ne segue per conseguenza che tutt' i corpi i quali facciansi cadere liberamente dall'alto, vengono giù in direzioni perpendicolari alla superficie terrestre, tale essendo la direzione de' raggi prolungati al di là della superficie medesima, siccome apparisce dalla qui annessa figura. Questa verità, ch'è fondata sulla supposizione di esser la Terra perfettamente sferica, ha bisogno di qualche modificazione, a motivo che essendo la Terra uno sferoide schiacciato ne' Poli, e sollevato nell'Equatore, siccome osserveremo a suo luogo; cotesti raggi perpendicolari alla sua superficie non si vanno a riunir tutti nel centro mentovato. Avuto però riguardo alla picciolezza di siffatta differenza, i Fisici, senza tema di errare, si avvalgono comunemente della supposizione della perfetta sfericità del nostro Globo.

Tav. I. Fig. 2.

78. Lo stabilimento di questa verità ne trae seco un'altra per legittima conseguenza; qual è quella che la forza di Gravità è nella ragione inversa del quadrato delle distanze; che val quanto dire ch'ella si va scemando a misura che cresce la distanza dal centro attraente, moltiplicata per se medesima. Quindi è che un corpo, il quale alla di-

 stan-

stanza, esempigrazia, di un piede, era tratto con 24 gradi di forza, viene solamente tratto colla quarta parte di detta forza alla distanza di due piedi: colla nona parte alla distanza di tre piedi; e colla sedicesima alla distanza di quattro piedi; essendo 4 il quadrato di 2; 9 il quadrato di 3; e 16 quello di 4. Su questo fondamento calcolò il Newton che un corpo, il cui peso sulla superficie della nostra Terra fosse di 3600 libbre, non peserebbe che una libbra sola nella Luna, la cui distanza dalla Terra è di 60 semidiametri terrestri; e quindi che il detto corpo lasciandosi di là liberamente cadere, sul bel principio del suo movimento discenderebbe per tanto spazio in un minuto primo, quanto ne scorrerebbe in vicinanza della Terra nell' intervallo di un secondo. Questa è la legge con cui veggonsi scemare tutte quelle virtù, che a guisa di tanti raggi diffondonsi all'intorno da un centro verso di una circonferenza, siccome si avvera nella luce, nel calorico, nel suono, negli odori, ed in altre qualità sensibili di simigliante natura. Ed in fatti, facendosi i raggi più divergenti a misura che si allontanano dal centro; una forza, che nella direzione di quelli si diffonde, dev'esser più concentrata, e più vigorosa in una picciola sfera, che in una maggiore. Ma le superficie delle sfere sono come i quadrati de' loro raggi: dunque la detta forza sarà più disper-

spersa, e conseguentemente la sua efficacia si renderà minore, a misura che crescerà il quadrato del raggio, ossia della distanza dal centro della sfera; che val quanto dire che sarà nella ragione inversa del quadrato della distanza medesima. Tuttociò si renderà più manifesto dall' annessa figura, in cui supporremo che FAG rappresenti una porzione di cotesta forza, diffusa alla guisa di un cono dal centro A. È chiaro che l'energia della medesima nelle distanze AB, AD, AF, sarà inversamente come le superficie BaC, DbE, FHG; scorgendosi ad evidenza che i raggi AF, AI, AH, AK, AG, per cui ella si diffonde, sono più addensati, ossia poco divergenti in B C, un poco più in D E, ed assai più in F G. Ma siffatte superficie sono come i quadrati de' loro diametri, oppur de' loro raggi A a, A b, AH, che rappresentano le distanze dal centro A. Dunque non v' ha dubbio che la mentovata forza sia nella ragione inversa de' quadrati delle mentovate distanze.

Tav. I. Fig. 2.

79. Riguardo poi alla Gravità di quei corpi, che trovansi internati nel nostro Globo, in qualsivoglia punto tra la sua superficie, e 'l centro, si è dimostrato da Newton che la detta forza è in ragione diretta della distanza dal centro; vale a dire che va scemando nella ragione del raggio; dimodochè supponendo che il semidiametro terrestre sia di 4 mila miglia; una palla di

 can-

cannone ; il cui peso fosse di 36 libbre sulla superficie della Terra , non ne peserebbe che 18 alla profondità di 2 mila miglia , e solamente 9 nella distanza di mille miglia dal centro ; ove giunta resterebbe affatto priva di Gravità. La ragione di ciò si è che a misura che un corpo si va internando dentro la Terra , gli strati terrestri , che gli sovrastanno, non hanno più veruna azione sopra di esso per trarlo giù ; sicchè scemandosi la massa della materia attraente , viensi a scemare parimente la forza della Gravità.

80. Non ostante però la diminuzione della Gravità al di sopra della superficie della Terra a misura che si accresce il quadrato delle distanze; quando si tratta di distanze poco considerabili, come di uno , o due miglia , attesa la grande sproporzione , che v'ha fra cotesto intervallo , e 'l semidiametro terrestre , si suppone generalmente da'Fisici , senza tema di errare , che la Gravità de' corpi sia la medesima in tutt' i punti frapposti fra la detta distanza , e la superficie della Terra. Sulla qual supposizione sono fondati parecchi Teoremi , che riguardano la legge della caduta de' gravi , siccome osserveremo a miglior luogo.

81. Vuolsi badare a non confondere la Gravità di un corpo col suo peso ; per esser quella non altro che la forza, onde quel tal corpo è tratto giù verso il centro terre-
stre ,

stre, sia qualunque il numero delle sue parti; e questo la somma delle parti della sua massa, su cui la detta forza esercita il suo potere. Molto meno vuolsi confondere il peso colla propensione, che ha il corpo di scendere verso il centro terrestre, ch'è un effetto della Gravità. Come in fatti una palla di cannone di una libbra ha 12 volte più di peso, che un'altra simile palla di un'oncia, ma non perciò la propensione, onde la prima è sollecitata a cader giù, è maggiore di quella della seconda (§. 74), siccome falsamente immaginò Aristotile; giacchè abbiam veduto (§. 73), che giusta la famosa scoperta di Galilei, l'effetto della Gravità è lo stesso sì ne' corpi grandi, che ne' piccioli, cadendo tutti con ugual velocità, qualora sien tolte le resistenze. Ora il peso di un corpo risultando dal numero delle sue parti (ossia dalla quantità di materia), e dalla somma delle velocità, che competono a ciascheduna di esse; ne segue esser egli uguale allo sforzo, che convien fare acciocchè il corpo non ubbidisca alla sua Gravità: e poichè la velocità prodotta dalla forza di Gravità è uguale in tutte le parti della materia ugualmente distanti dal centro terrestre; un tale sforzo sarà proporzionale alla sola quantità della materia. Dunque il peso dovrà esser benanche proporzionale alla medesima, e si potrà nelle occorrenze sostituire a quella. Ognun compren-

de che quì si è inteso di ragionare della Gravità assoluta; imperciocchè trattandosi della relativa, ossia della *Gravità specifica*, che caratterizza certe date specie di corpi, a cui particolarmente compete, non v' ha dubbio che la medesima non differisce dal peso, siccome quella, che a tenore di ciò, che si è dichiarato ne' §. 36, e 41, dipende dalla densità di que' tali corpi in un determinato volume, cioè dalla quantità di materia. Come in fatti qualor si dice che la Gravità specifica dell'acqua è a quella del mercurio come 1 a 13 1/2 a un dipresso, altro non si vuol intendere se non che, se un pollice cubico d'acqua ha il peso di un'oncia, un pollice cubico di mercurio pesa 13 once e mezzo; presso a poco.

82. Il procedere più oltre nell'investigazione di ciò, che vedesi seguire in Natura per virtù della Gravità, richiede che si abbiano preventivamente alcune cognizioni riguardanti il moto; e perciò il giusto ordine ricerca che si differisca di ragionarne a miglior luogo. L' unica cosa, cui conviene osservare prima di lasciar questo soggetto, si è che gli esperimenti finora praticati non giungono a decidere, se la Gravità sia una forza intrinseca al corpo, come sembra più verisimile, oppur venga originata da cagioni esteriori. La setta de' Gassendisti, seguendo le antiche tracce di Democrito, Leucip-

po,

po, ed Epicuro, si attenne francamente al partito di riguardar la Terra qual Calamita di enorme grandezza, la quale per mezzo d'un immenso numero di piccioli atomi adunchi, che immaginò diffondersi dal suo seno, traesse a se con gran forza ogni sorta di corpi. Una idea però, fondata interamente sovra una semplice immaginazione, aver non potea a' tempi nostri un numeroso stuolo di seguaci, e quindi andar dovea immancabilmente in disuso. La scuola Cartesiana tien ferma opinione d'esser la Gravità l'effetto di un vortice enorme di fluido sottilissimo, il quale movendosi rapidamente intorno alla nostra Terra giusta la direzion dell' Equatore, spinga i corpi a se sottoposti, ed in esso racchiusi, con notabile forza verso il suo centro, siccome credono avvenir di fatti alle bolle di aria, o ad altri corpi leggieri, collocati entro un globo di cristallo ripieno di acqua, i quali nell'atto che fassi quello rapidamente girare intorno a se stesso, veggonsi tratti ad occupare il suo centro. Altri Fisici all'opposto considerando seriamente che l'esistenza del preteso fluido Cartesiano è del tutto ipotetica (§. 18); e che quand' anche realmente esistesse nel modo immaginato, neppur dovrebbero i corpi tendere al centro della Terra; giacchè nel rammentato esperimento del globo di cristallo i corpicciuoli ivi racchiusi vansi tutti a collocare lungo il

suo

suo asse, e non già nella direzione del centro, cui costantemente seguono i gravi; son portati a credere che i medesimi tendono a cader giù in forza d'una legge generale provvidamente stabilita dal sapientissimo Autor dell' Universo, senza di cui sarebbero eglino efficacemente sbalzati lungi dal lor centro, e quindi dispersi quà e là senz'ordine, e senza regola, per virtù della forza centrifuga, originata dal moto della Terra. Or comechè siffatta opinione sia certamente fra tutte la più verisimile, volendo parlar tuttavolta con ingenuità filosofica, uopo è confessare che siamo affatto all'oscuro intorno alla vera natura di cotesta forza; e che i più sublimi Filosofi non sono su ciò più veggenti del volgo. Di fatti il gran Newton non osò giammai dichiarare il suo sentimento intorno a tal punto, contentandosi di aver conosciuti gli effetti della forza in quistione, e di aver felicemente indagate le leggi, ond'essa gli produce.

## LEZIONE II.

### *Sul Moto.*

83. Altro non si è fatto fin quì, se non se richiamare ad un breve esame quelle tali proprietà, le quali convenendo universalmente alla Materia, faceva assolutamente mestieri che se ne acquistasse una giusta idea, per ben intender le dottrine, che saremo per esporre. Facciamoci ora a considerare un poco quelle leggi ammirabili, per la cui virtù la Materia provveduta delle anzidette proprietà, cagiona l'infinita, e stupenda serie di que' fenomeni, che ci fanno scorgere l'ordine sapientissimo, e la regolar connessione fra tuttociò ch' esiste nell'Universo. E poichè tutte siffatte cose vengonsi ad eseguire in virtù del moto, ragion vuole che il nostro esame prenda da esso il suo cominciamento.

### ARTICOLO I.

*Del Movimento in generale, e delle sue diverse specie.*

84. Egli è affatto inutile il porsi a rifiutare gli argomenti di Diodoro Crono, oppur di Zenone, i quali facendo pompa di studiati sofismi, sforzaronsi di provare la non esi-

esistenza del moto; essendo noi generalmente persuasi che i corpi *passando successivamente per diverse parti dello spazio, trasferisconsi realmente da un luogo in un altro*. Questo è ciò, che dicesi *Movimento*. Per potersi formare una giusta idea della sua natura, uopo è considerarlo sotto due aspetti diversi; cioè a dire nella natura dello spazio, che viene scorso dal mobile, e nel rapporto di siffatto spazio al tempo, che il mobile impiega nello scorrerlo. Avendo riguardo alla natura dello spazio, può il medesimo rappresentare una linea retta, oppure una curva; e quindi nasce l'idea del moto *rettilineo*, ovver del *curvilineo*, secondochè il mobile si concepisce scorrere per uno spazio, che rappresenta una linea retta, ovvero una curva. Se poi si badi al rapporto, che lo spazio corso dal mobile ha al tempo, che ci ha quello impiegato nello scorrerlo, si avrà l'idea del moto *uniforme*, o sia *equabile*, e del moto *difforme*, ossia *variabile*. Si dirà uniforme quando il mobile descriverà spazj uguali in tempi uguali; laddove si dirà variabile nel caso che il mobile scorra, per esempio, in un istante maggior quantità di spazio, che in un altro. Il moto dell' indice de' minuti di un oriuolo, che suppongasi avanzare esattamente, riputar si dee uniforme, siccome quello, che impiega sempre l'intervallo di un'ora per descrivere con moto equabile l'in-

l'intero giro del quadrante. Al contrario il moto di una Nave nell'atto che la forza del vento, che la spinge, si va scemando a gradi, dicesi variabile; imperciocchè se nell'intervallo della prima ora avrà scorso lo spazio di cinque miglia; nella seconda ora, e nella terza, non ne scorrerà che uno, o due.

85. Questa varietà di movimento può farsi in due maniere; cioè a dire o perchè il mobile impiega maggior tempo nello scorrere la stessa quantità di spazio, che ha scorso nel primo istante, o perchè impiega tempo minore. Nel primo caso il moto si dirà *ritardato*, e nel secondo *accelerato*: e siccome siffatta diminuzione, oppure siffatto accrescimento di tempo, far si può in una maniera uniforme nel trascorrere i successivi spazj uguali; così il movimento dirassi *uniformemente ritardato*, o *uniformemente accelerato*.

86. Dal rapportare la quantità dello spazio scorso al tempo impiegato nello scorrerlo nasce l'idea della *Velocità*, dicendosi che un corpo è più veloce di un altro, per aver quello impiegato minor tempo di questo per iscorrere lo stesso spazio. La Velocità dunque si può definire, *essere una proprietà del moto, che si ravvisa dal rapporto dello spazio, che percorre un mobile, al tempo, che impiega nel percorrerlo.*

87. Siccome la miglior maniera per concepire il tempo si è quella di ridurlo alla con-

considerazione del moto, così tra le varie spezie di movimento il moto equabile è quello, che ci rappresenta nella maniera più naturale non men l'idea del tempo, che l'esatta sua misura, per la ragione che si concepisce scorrer sempre equabilmente.

88 Oltrechè porta qui il pregio di osservare che il moto equabile vien cagionato da un solo impulso, qual sarebbe, per esempio, quello della polvere accesa in un cannone, per virtù del cui impeto la palla spinta fuori si moverebbe con un moto equabile, nel caso che si rimovessero tutti gli ostacoli; e la palla stessa fosse priva di gravità. Il moto accelerato per lo contrario vien prodotto da un impulso, che prosegue costantemente ad operare sul mobile; com'è appunto la mentovata forza di Gravità, siccome osserveremo in appresso.

89. V'è finalmente un'altra maniera di poter considerare il moto; e questa consiste o nell'aver riguardo unicamente al luogo assoluto, che dal corpo si occupa, o nel paragonare un tal luogo con quello che si occupa da un altro corpo. Da queste due differenti considerazioni viene originata la divisione del moto in *assoluto*, e *relativo*. Un uomo, per esempio, ch'è a bordo di una nave, che veleggia, dicesi moversi assolutamente se si badi soltanto al luogo, che la nave, in cui egli si ritrova, va cambiando in ogn'istante; laddove si dice mover-

versi relativamente qualora si badi alla distanza, che va di mano in mano crescendo, o scemando, tra il luogo, in cui egli è, e gli oggetti, che stanno sul lido. Quel che si è detto del moto intender si dee parimente della quiete, che dicesi in simil guisa *assoluta*, o *relativa*; e che combinata col moto delle stesse denominazioni, ci offre delle nozioni più particolari, riguardanti la dottrina, di cui si ragiona. Di fatti un uomo, che stia seduto dentro di una carrozza tirata attualmente da cavalli, comechè stia in riposo rispettivamente alle parti della carrozza, si muove però assolutamente passando di continuo da una parte dello spazio in un' altra. Questo è lo stato di coloro, che trovansi seduti sulla Terra: sono eglino relativamente in riposo, nell' atto che muovonsi assolutamente per cagion del sito, che la Terra fa loro cambiare nel vasto spazio mondano per virtù del suo giornaliero, ed annuo movimento. Colui d'altra parte, che si ponesse a viaggiare dall' Occidente verso l'Oriente, verrebbesi a muovere non meno assolutamente, che relativamente; imperciocchè nell' atto ch' egli cangerebbe luogo in rapporto agli oggetti terrestri col suo moto particolare, muterebbe anche il luogo assoluto per cagion del moto della Terra secondo la stessa direzione. Finalmente se egli potesse scorrere il terrestre Equatore nello spazio di un giorno, andando da Levante ver-
so

so Ponente, e non avesse la Terra che il suo moto diurno; starebbe egli assolutamente in riposo, e si moverebbe con moto relativo; conciossiachè quantunque muterebbe sempre luogo per rapporto agli oggetti terrestri coll'andar da Levante verso Ponente, pure aggirandosi la Terra con moto contrario nello stesso intervallo di 24 ore, non gli farebbe giammai cambiare il luogo assoluto.

90. È cosa agevolissima il dedurre alcune altre interessanti conseguenze dalle idee del moto relativo. Può un mobile considerato rispettivamente ad un altro, muoversi o secondo la medesima direzione con quello, o secondo direzioni contrarie. Sì nell'uno, come nell'altro caso, non si può percepire da noi la vera velocità; giacchè nel primo si percepisce soltanto la differenza, che passa tra la velocità dell'uno, e quella dell'altro; nel secondo si percepisce la somma di ambedue. Questa è la ragione, per cui la velocità relativa dicesi anche *apparente* a differenza dell'assoluta, che si denomina velocità *vera*. Per rischiarare questa verità con un esempio, supponiamo che due amici partano contemporaneamente da Napoli per andare a Portici in due differenti carrozze, una delle quali essendo più veloce, scorra lo spazio di cinque miglia in un'ora, e l'altra quello di tre. È chiaro che rapportando il moto della prima carrozza a quello

quello della seconda, colui, ch' è dentro la prima, non si accorgerà di avere scorso cinque miglia a capo di un' ora, nè quegli, ch' è nella seconda, si accorgerà di averne scorso tre; ma l' uno, e l'altro percepiranno soltanto la differenza di due miglia, che passa tra le loro velocità; o per dirlo altrimenti, la persona della prima carrozza si accorgerà di aver preceduto di due miglia la carrozza, che le vien dietro; e la persona della seconda di essere discosta due miglia dalla prima. Dal che apparisce che la velocità relativa di due corpi, che si muovono secondo la stessa direzione, si percepisce sempre minore della vera.

91. Nel caso poi che la detta differenza di velocità non ci fosse, i due corpi in movimento, i quali si rapportano l' uno all' altro, sembrerebbero a vicenda di essere in riposo. Questo è il caso di due carrozze, oppur di due navi, che colla stessissima velocità procedono innanzi, l' una accanto all' altra, secondo la medesima direzione. Similmente due persone, che fossero racchiuse in una carrozza, o in una nave, senza riguardare gli oggetti esteriori, crederebbero di stare in riposo, quantunque la nave, o la carrozza si movesse velocemente. Questa è finalmente la ragione, per cui quantunque la Terra si rivolga costantemente intorno al suo asse nello spazio di 24 ore, pure non ci accorgiamo del suo

 mo-

movimento: imperciocchè facendo noi parte della Terra, ed essendo trasportati all'intorno colla medesima; non v'ha tra essa, e noi veruna differenza di velocità; e quindi possiam dire di essere in un relativo riposo.

92. Per lo contrario se l'una delle mentovate carrozze partendo da Portici, e l'altra da Napoli, andassero all'incontro l'una all'altra colle supposte velocità di 5, e di 3 (§. 90); ad ambidue coloro, i quali si trovassero dentro coteste carrozze, apparirebbe di muoversi colla velocità di otto, ch'è la somma di tutt'e due le velocità. Ciocchè fa vedere che la velocità relativa di due corpi, che si muovono in direzioni contrarie, comparisce sempre maggiore della vera. Ecco la ragione, per cui passando talvolta in carrozza a lato di un'altra, che si muove in direzione opposta, ci sembra che quella corra assai velocemente; ond'è che per avere la velocità vera della medesima, convien sottrarre dalla velocità d'entrambe quella della nostra carrozza. In simil guisa correndo contro il vento, ch'altro non è che un volume d'aria in moto, oppure navigando verso il Nord quando la marèa corre verso il Sud, risentiamo le loro velocità, e la loro forza assai maggiori di quelle, che sono in realtà. Abbiasi dunque per fermo che la velocità vera e reale non si può giustamente da noi percepire, se non quando siamo in un assoluto riposo.

AR-

## ARTICOLO II.

### *Del Moto equabile, ossia uniforme.*

93. Tra le varie specie di moto antecedentemente annoverate, il movimento equabile, ossia uniforme, è il più semplice fra tutti, variando gli altri in infinite maniere a norma della diversità delle circostanze. Uopo è però considerare che cotal moto, quantunque si concepisca agevolmente col mezzo della immaginazione, non segue forse giammai in Natura, per cagione del gran numero, e della gran varietà degli ostacoli, che tendono a disturbarlo di continuo. Ciò non ostante porta il pregio di rapportare quì alcuni pochi Teoremi, che lo riguardano, i quali esser possono, anzi sono effettivamente di grandissimo uso in parecchie occorrenze.

94. Il primo di cotesti Teoremi si è che nel movimento uniforme il tempo si accresce a misura che si aumenta lo spazio; laddove si diminuisce a misura che cresce la celerità. Dal che ne segue, che in siffatto moto *il tempo è nella ragion composta dalla diretta dello spazio, e dall'inversa della celerità.*

95. Il secondo Teorema è questo. La velocità si aumenta a misura che si aumenta lo spazio, ma si scema con accrescere il tempo. Dunque nel moto uniforme *la velo-*

*cità è nella ragion composta dalla diretta dello spazio, e dall' inversa del tempo.*

96. Finalmente l'ultimo Teorema si è che lo spazio si accresce sì per virtù dell'aumento del tempo; come di quello della velocità. Per la qual cosa *lo spazio* riputar si dee *nella ragione composta dalla ragion diretta non meno del tempo, che della velocità.*

97. Quindi ne segue per legittima conseguenza, 1. che movendosi due corpi uniformemente durante lo stesso intervallo di tempo, gli spazj da essi descritti saranno nella ragione delle loro velocità; talmentechè correndo due cavalli con moto uniforme per lo spazio di un'ora, ed uno di essi andando con sette gradi di velocità, e l'altro con cinque; se il primo scorrerà sette miglia, l'altro ne scorrerà cinque.

98. In secondo luogo nel caso che due corpi, procedendo con moto uniforme, abbiano la medesima velocità, gli spazj, che da essi si trascorreranno, saranno tra loro come i tempi. Ciò è il rovescio dell'antecedente; ed è facile l'adattare ad esso l'esempio rapportato.

99. In terzo luogo finalmente, se due corpi trascorrano lo stesso spazio con moto uniforme, i tempi che v'impiegheranno, saranno nella ragione inversa delle loro velocità. Così nel caso che due cavalli correndo uniformemente, corrano ambidue lo

spa-

spazio di venti miglia, e la velocità di uno sia a quella dell'altro come 3 a 4; il primo c' impiegherà l'intervallo di quattr' ore, l'altro ne impiegherà tre.

100. Dalle quali cose si deduce che qualora sieno date due delle rapportate quantità, che abbiam detto essere lo spazio, il tempo, e la velocità, ci viene ad esser nota anche la terza. Supponendo dunque in primo luogo che il tempo, e la velocità fossero già noti, basterà moltiplicare l'un per l'altra, per avere lo spazio espresso dal prodotto. Così, dato che un cavallo abbia corso pel tratto di due ore colla velocità da far quattro miglia per ora; lo spazio corso sarà di otto miglia; tale essendo il prodotto di 2 per 4.

101. In secondo luogo essendo dato lo spazio, e data la velocità; si fa noto il tempo con dividere il primo di que' dati l'un per l'altro. Un corriere che sappiamo aver trascorso 18 miglia colla velocità da far 6 miglia per ora; si troverà che ha dovuto impiegarvi tre ore di tempo, ch' è il quoziente di 18 diviso per 6.

102. Essendo dati in ultimo lo spazio, ed il tempo, si fa nota la velocità col dividere l'un per l'altro. Quindi se un cavallo abbia corso 50 miglia nell' intervallo di 5 ore; si troverà che ha dovuto correre con velocità da far 10 miglia per ora, essendo 10 il quoziente di 50 diviso per 5.

## ARTICOLO III.

### *Delle Forze motrici, e della maniera di misurarle.*

103. Tutte le mentovate sorte di movimenti vengono a prodursi per virtù di una certa forza ( sia qualsivoglia la cagione che la produce ), onde i corpi, che la posseggono, o superano la resistenza, che loro si oppone, o premono soltanto contro gli ostacoli qualora i medesimi sono invincibili. Nel primo caso la forza si rende manifesta per via del moto, ch' eccita nei corpi ; ma nel secondo, quantunque siffatta forza sollecitando continuamente i corpi a muoversi, ecciti in ogn' istante una velocità infinitamente picciola, che può chiamarsi *iniziale*, pur tuttavolta vien la medesima immediatamente estinta da un ostacolo, che non si può in verun modo da quella superare. Quest' è il caso, per esempio, di una Lumiera, che stia sospesa alla soffitta di una Galleria, oppur di un mazzo di carte, che stia sopra di un tavolino. L' una, e l' altro vengono continuamente forzati a cader giù dalla forza di Gravità ; ma le impressioni di questa forza vengono incessantemente contrastate, e distrutte dal cordone, che tien sospesa la Lumiera, e dal tavolino, su cui poggia il mazzo di carte. Non potendo dunque siffatta

ta forza produrre alcun effetto sensibile, se le dà con ragione il nome di *forza morta*. Fate che si recida il cordone, e che si distrugga (supponiam così) il tavolino; sì la Lumiera, come il mazzo di carte, cadranno giù immediatamente; e la forza, da *morta* ch' ella era, producendo sensibilmente il suo effetto col porre que' tali corpi in moto, si convertirà in *forza viva*; il cui valore, ugualmente che quello della forza morta, calcolar si dee con moltiplicare la massa del corpo, che la possiede, per la velocità, con cui si muove, oppur tende a muoversi. Questo è stato sempre il sentimento di tutt' i Fisici, considerando che la forza, di cui si ragiona, altro effetto non produce, se non se quello d' imprimere al corpo, in cui si trasfonde, un certo grado di celerità: e poichè il medesimo in ciascheduna delle minime particelle, onde il corpo è composto, ugualmente si distribuisce, e si diffonde, com' è naturale l' immaginarlo; chiaro si scorge che l' effetto divisato, e quindi la cagione, che lo produce, misurar si dee con moltiplicare la velocità di cotesto corpo pel numero delle sue parti, ossia per la sua quantità di materia.

104. Non fu questa però l' opinione del sagacissimo Leibnizio, il quale avendo immaginata la riferita distinzione tra le forze morte, e le vive, fu il primo a dichiarare

 che

che quantunque le prime calcolar si dovessero moltiplicando la massa per la semplice velocità, ossia per la velocità *iniziale*, faceà d'uopo nondimeno che le seconde si valutassero con moltiplicare la massa pel quadrato della velocità; tale essendo il risultato, che si avea da indubitati esperimenti. Ed in fatti facendosi un corpo cader liberamente nel voto, acquista una velocità tale nel fine della sua caduta, che in forza della medesima potrebbe risalire alla stessa altezza, da cui è disceso. Or poichè coteste altezze sono tra loro come i quadrati della velocità, siccome farem vedere in appresso aver dimostrato il Galilei; uopo è affermare, dice Leibnizio, che le forze, da cui un tal effetto vien prodotto, sieno eziandio nella medesima ragione.

105. Oltracciò, lasciando da parte tutti gli altri esperimenti di tal genere, che sono ben molti, rapporterò soltanto quello, che fu praticato dal degnissimo mio Precettore il defunto Marchese Poleni, valorosissimo difensore di siffatta opinione. Se vi sieno due globi di ugual volume, uno dei quali avendo la massa come 1, facciasi cadere dall'altezza di quattro piedi, e l'altro, la cui massa sia come 4, si faccia cadere dall'altezza di un piede ( tutt' e due al di sopra di una sostanza cedevole, qual sarebbe, per esempio, il sego ), vi formeranno due fosse perfettamente tra se uguali; ciocchè

chè non dovrebbe seguire, dicea egli, se le loro forze calcolar si dovessero per le semplici velocità moltiplicate per le masse. Imperciocchè essendo le velocità come le radici delle altezze, siccome dimostreremo a miglior luogo; la velocità acquistata dal primo globo sarà come 2 (radice di 4), e quella del secondo sarà come 1 (radice di 1). Ora il prodotto di 2 per 1 (che sono la velocità, e la massa del primo globo) non è uguale al prodotto di 1 per 4 (velocità, e massa del secondo): laddove per lo contrario i mentovati prodotti saranno uguali, se invece di adoperare nella moltiplicazione le semplici velocità, si faccia uso del quadrato di quelle.

106. Ecco impertanto in campo de' partigiani di due contrarie opinioni, nelle quali essendosi impegnati soggetti di gran valore sì dall'una, che dall'altra parte, ne venne originata un'aspra contesa, ch'è durata pressochè per lo spazio di un secolo, e si sono scritti tanti volumi, che il leggerli anche alla sfuggita richiederebbe gran tempo. Sono degne di essere esaminate tra le altre le dissertazioni del celebre Eulero, che trovansi inserite nelle Memorie dell'Accademia di Berlino, e quelle, che scritte da varj celebri Autori, veggonsi registrate nelle Transazioni Anglicane, e nelle Memorie dell'Accademia delle Scienze di Parigi. E quantunque siasi creduto che una disputa di questa sorta abbia fatto

fatto vergogna alla Meccanica, non è però da dissimulare d'essere stata cagione che si facesse un gran numero di nuovi, ed ingegnosi esperimenti, e che s'inventassero, e sciogliessero nel tempo stesso parecchi bellissimi Problemi, a cui forse non si sarebbe neppur pensato in altro caso.

107. Chi crederebbe però che siffatta contesa, in cui si son vedute occupate sì dotte penne, si riduce unicamente ad una pura specolazione? Eccovi brevemente al fatto di tutto, non convenendo ad un Fisico, che si occupa soltanto a rintracciare verità, che esser possano profittevoli, perdere il tempo in cose affatto inutili, e puramente metafisiche. Tutt'e due le parti convengono nei fatti; dimodochè, se si desse loro un Problema a risolvere riguardante un tal punto, il risultato sarebbe lo stesso, sì calcolando la forza pel quadrato della velocità, come per la semplice velocità moltiplicata per la massa. Tutto il divario adunque consiste nella spiegazione, ch'essi danno di cotesti fatti. Nel caso de' due globi, proposto di sopra (§. 105), uno de' quali cadendo dall'altezza di quattro piedi, abbia il peso di un'oncia, e l'altro cadendo dall'altezza di un piede, abbia il peso di quattr'once; i partigiani dell'una, e dell'altra opinione son d'accordo che le fosse da essi formate debbano essere uguali: differiscono però in questo, cioè a dire che i Leibniziani attribuiscono un tale effetto inte-

teramente, ed unicamente all'intensità della forza posseduta da' due globi, senza avere alcun riguardo al tempo, che siffatti corpi impiegano nel discendere dalle varie altezze, e quindi nel consumare la loro forza; laddove i loro Avversarj lo vogliono cagionato non solamente dalla forza anzidetta, ma eziandio dal tempo, durante il quale cotesta forza esercita il suo potere. Se il globo di un'oncia cadendo dall'altezza di quattro piedi, scender potesse nell'istesso intervallo di tempo, in cui il globo di quattr'once scende dall'altezza di un piede; le fosse da essoloro formate non sarebbero uguali (dicono essi); imperciocchè i tempi essendo uguali, gli effetti sarebbero come le forze, che sono disuguali; per esser noto che l'effetto è il prodotto della forza moltiplicata pel tempo. Ma poichè il globo di un'oncia per iscender giù dall'altezza di quattro piedi dee necessariamente impiegare il doppio di tempo, che impiegasi dal globo di quattr'once, per essere le loro velocità come 2 ad 1 (§. 105); ne segue per conseguenza che dee operare pel doppio di tempo prima di poter consumare la sua forza, e quindi dee produrre un effetto doppio di quello, che la medesima forza produrrebbe nel caso che operasse per la metà del tempo soltanto; essendo certissimo che la forza di un grado, la quale operi per lo spazio di due minuti, cagiona un effetto uguale a quello, che si produce dalla

dalla forza di due gradi, la cui operazione duri un minutò solo. La semplice velocità dunque avvalorata dal tempo è quella, che fa produrre a' detti globi effetti uguali a quei, che risulterebbero dal valutare la loro forza secondo il quadrato della medesima velocità, siccome affermano i Leibniziani.

108. Lo stesso intender si dee dell' argomento del §. 104, dedotto dal corpo cadente. Gli spazj ch' esso descrive, sì nel calare, come nell'ascendere, sono i prodotti della velocità, e de' tempi (§. 96): ma i tempi nel caso proposto sono come le velocità. Dunque gli spazj descritti, ossia le altezze, saranno come i quadrati della velocità, quantunque la forza posseduta dal grave sia soltanto come la semplice velocità.

109. Affin di sviluppare in una maniera più filosofica, e quindi porre nel maggior lume possibile siffatta idea de' Cartesiani relativamente al tempo, che pretendono dover entrar nel calcolo delle forze vive, fa mestieri supporre due palle A, e B, di uguale massa (per esempio, del peso di una libbra), le quali si facciano muovere sul piano orizzontale C D E F con diverse velocità; cioè a dire, A con un sol grado di velocità, e B con due. Supporremo eziandio esser uguale lo sfregamento, ossia la resistenza del piano, su cui scorrer debbono coteste due palle. Ciò premesso, misuriamo la forza motrice di ciascheduna secon-

Tav. I. Fig. 3.

do

do l'antico modo, cioè con moltiplicare la massa per la semplice velocità, e vediamo ciò, che ne segue. Avendo B una libbra di massa, e due gradi di velocità, il suo moto sarà come 2; laddove il moto di A sarà come 1, prodotto di una libbra di massa, e di un grado di velocità. Or egli è agevole il concepire che il moto di B essendo doppio in intensità rispettivamente a quello di A, avrà parimente doppia durata. Che però facendo partire coteste due palle da due punti corrispondenti per trasferirsi verso G, e verso H; nel medesimo intervallo di tempo che A giugnerà ad 1, B per cagione della sua doppia velocità giugnerà a 2, per essere in questo caso gli spazj come le velocità (§.97). Inoltre se la palla A, giunta che sia ad 1, si porrà in riposo, essendo il moto di B, siccome abbiam detto, doppio anche in durata di quello di A, la palla B dopo d'esser giunta a 2, proseguirà a muoversi, nè si porrà in quiete, se non dopo di avere scorso altrettanto di spazio; cioè a dire dopo di esser giunta a 4. Dunque lo spazio descritto da B sarà quadruplo di quello di A, quantunque la forza di B fosse doppia soltanto di quella di A.

110. Ritorniamo un po' indietro col pensiero, e supponiamo che movendosi le mentovate due palle elastiche colla velocità di 1, e di 2, s'imbattano in altre due simili palle di ugual massa, R, ed S, esistenti nel

Tav. I. Fig. 3.

nel medesimo piano orizzontale CDEF. È naturale l'immaginare, corrispondentemente alle cose fin quì dette, che la palla B avendo doppia velocità di A, farà doppio sforzo contro la sua palla corrispondente S, nel medesimo istante di tempo che A ne farà un solo contro R, per essere la sua velocità come uno. Attese le quali cose niuno stenterà a concepire che la palla S avendo avuto, diciam così, due gradi d'impulso, ed R un solo; quando le due palle A, e B, resteranno prive di moto dopo l'urto, S sarà dotata di un movimento, il quale siccome sarà doppio di quello di B in intensità, avrà benanche doppia durata; dimanierachè quando queste due palle giugneranno allo stato di riposo, l'effetto totale del movimento della prima si ritroverà quadruplo di quello della seconda, comechè la forza di quella non fosse che doppia della forza di questa. E se la palla B invece di avere doppia velocità di A, l'avesse tripla, o quadrupla, farebbe un triplo o quadruplo sforzo contro la sua palla corrispondente; e quindi il moto impresso da B avrebbe tripla, o quadrupla durata di quello, che sarebbe impresso da A; e così del rimanente. Il rapportato esempio adattato ai casi particolari, che addur sogliono i Leibniziani in compruova della loro opinione, sarà valevole a diciferarli efficacemente, ed a far vedere che i risultati di qualunque sperimento sono perfettamen-

mente di accordo colla dottrina di coloro, che valutano le forze vive a simiglianza delle morte.

111. Ora ricapitolando le cose dette finora, rilevasi ad evidenza che i seguaci di Leibnizio avendo riguardo agli effetti prodotti dalle forze motrici, indipendentemente da ogni altra circostanza, valutano le forze medesime a norma di tali effetti; laddove i Cartesiani per lo contrario considerano il valore di siffatte forze, qual è realmente in loro medesime; cioè a dire, la loro intensità; e riguardano gli effetti, ch'esse producono, come il risultamento non solo delle forze, ma eziandio del tempo, durante il quale esse operano: il qual tempo facendo sì che le forze, di cui si ragiona, possano ripetere, per così dire, la loro azione, le fa comparire maggiori, e più poderose di quel che realmente sono in se stesse.

112. Ed in fatti chi mai potrà persuadersi che uno stesso corpo dotato della stessa velocità, aver debba in se maggiore, o minor forza, a tenore che variano le circostanze, e le qualità di oggetti, che sono del tutto estranei per rapporto ad esso? E pure così andrebbe la cosa seguendo l'opinion di Leibnizio. Se una palla di cannone del peso di una libbra, essendo spinta con 5 gradi di celerità, incontrasse un muro, che non cedesse al suo impeto; la palla non farebbe altro che percuoterlo, e quin-

di la sua forza sarebbe forza morta (§.103). Laonde valutandola con moltiplicare la massa della palla per la semplice velocità, riuscirebbe uguale a 5. Facciamo che cotesto muro invece di essere un ostacolo invincibile, venga rovesciato dalla palla: in tal caso essendo la forza della medesima una forza viva, converrebbe calcolarla con moltiplicare la sua massa pel quadrato della velocità, che sarebbe venticinque. Sicchè dall'essere l'ostacolo vincibile, o invincibile, si fa sì che la forza intrinseca di cotesta palla sia ora come cinque, ed ora come 25. Cosa per verità, che non può sembrare se non che un puro paradosso a chiunque ci vorrà alquanto seriamente meditare.

## ARTICOLO IV.

### *Della Quantità del Moto.*

113. Abbiam fatto vedere fin quì che la forza, onde s'imprime il moto ad un corpo, calcolar si dee con moltiplicare la sua massa per la semplice velocità, giusta la più ricevuta opinione. Ora dunque vuolsi osservare che il prodotto della velocità di un corpo moltiplicata per la sua massa, è ciò, che dicesi propriamente *Quantità di moto*, e con altro nome *Momento*. Sicchè a buon conto abbiamo stabilito che le forze motrici misurar si debbono dalla quantità di moto,

to ch' esse son capaci di far produrre ai corpi, che animano: ed è chiaro che siffatta quantità di moto rilevar si dee dalla massa del corpo, che la possiede, moltiplicata per la sua velocità; scorgendosi dall' esperienza che la quantità di moto si altera in un corpo a misura che la sua massa o la celerità, soffrono del cangiamento; dimodochè accrescendo, o scemando la massa di quello, facendogli ritenere la medesima velocità, si accresce, oppur si scema la sua quantità di moto, nella guisa stessa ch'ella si aumenta, oppur si scema, con accrescere, o diminuire la sola velocità, rimanendo la medesima massa. Alterandosi dunque la quantità di moto proporzionalmente all' alterazione della velocità, ovver della massa; ed altro non essendoci in un corpo in moto, che possa produrre l' impeto, salvochè la massa, e la semplice velocità ugualmente distribuita nelle parti di quella; chiaro si scorge doversi valutare la quantità di moto di un corpo moltiplicandone la massa per la semplice velocità, nella guisa appunto che si ha l'aja di un rettangolo con moltiplicare due de' suoi lati, l' un per l' altro; giacchè l' uno, o l' altro divenendo maggiore, o minore, si accresce, o si diminuisce l' aja suddetta.

114. Dall'essere il momento, ossia la quantità di moto di un corpo, il prodotto della sua quantità di materia, ovver della mas-

 sa

sa moltiplicata per la sua velocità, ne derivano parecchie utilissime verità come altrettante legittime conseguenze, le quali ci fan rilevare il rapporto, che v' ha tra le quantità di moto di corpi differenti. La prima delle medesime si è, che le quantità di moto di due corpi sono tra esse nella ragion composta, sì delle loro masse, come delle loro velocità; ond'è che, il momento di A, per esempio, che ha 5 libbre di peso, e 3 gradi di velocità, è al momento di B, il cui peso è di 6 libbre, e la velocità di 2 gradi, come 15 a 12; tali essendo i prodotti di 3 per 5, e di 6 per 2.

115. Fingendo in secondo luogo che i mentovati corpi A, e B, abbiano le loro velocità in ragion reciproca delle masse; le quantità di moto saranno tra se uguali. Come in fatti avendo il corpo A 2 gradi di velocità, e 4 parti di materia; ed essendo la velocità di B come 4, e la massa come 2; la quantità di moto sarà di 8 gradi in ambidue, per esser questo il prodotto sì di 2 per 4, come di 4 per 2. Questa regola riguardar si dee qual principio fondamentale della scienza della Meccanica, la quale insegna, siccome vedremo a suo luogo, a superare grandissime resistenze col mezzo di picciole masse, avvalorate però da una considerabile velocità.

116. Dato in terzo luogo che due corpi abbiano uguali masse, le loro quantità di

di moto saranno come le loro velocità. Imperciocchè supponendo A, e B, di ugual peso, cioè a dir di 4 libbre; ed avendo A la velocità come 2; e B come 3; il momento di A sarà come 8, e quello di B come 12. Ora ognun vede che 8 sta a 12, come la velocità di A sta a quella di B, ossia come 2 a 3.

117. Che se poi siffatti corpi avessero uguali velocità, ma disuguali masse, le loro quantità di moto sarebbero come le masse. Ciò non ha bisogno di esempio. E nel caso che cotesti corpi fossero omogenei, come a dire oro, ed oro, ferro, e ferro; le loro quantità di moto sarebbero nella ragione delle loro grandezze, giacchè queste sarebbero come le quantità di materia. Così le quantità di moto di due palle di puro argento, le cui grandezze avessero la medesima proporzione di 2 a 4, quando la velocità fosse di 5 gradi in ciascheduna di esse, sarebbero come 10 a 20, ch'è la ragione delle loro grandezze. Che anzi in qualunque altro caso di simil natura, tutte le volte che i corpi sono omogenei, si potrà liberamente sostituire la loro grandezza alla lor quantità di materia.

118. Finalmente siccome moltiplicando la velocità per la massa, si ha la quantità di moto nel prodotto, così dividendo il momento per la massa, il quoziente esprime la velocità. Di fatti nel caso del §. 114 di-

videndo 15 per 5, che sono il momento, e la massa di A, si avrà 3 nel quoziente, qual era realmente la sua celerità. Dividendo in simil guisa 12 per 6, cioè a dire il momento di B per la sua massa; la sua velocità 2 si troverà espressa dal quoziente di una tal divisione.

119. Da tutto ciò si rende chiaro parimente come l'urto di una picciola quantità di materia si possa talvolta efficacemente sostituire a quello di un enorme masso, il quale si faccia muovere con una data velocità. Per far ciò non si avrà a far altro, se non se dare al picciol corpo un grado tale di velocità, che superi di tanto la velocità dell'altro, di quanto la massa di questo eccede la massa di quello: che val quanto dire che bisogna far in modo che le velocità de' suddetti due corpi sieno reciprocamente come le loro masse. Così la forza di un gran sasso, che pesi mille libbre, ma che operi con 10 gradi di velocità, può essere uguagliata dalla forza di un martello, che avendo sole 10 libbre di peso, opera colla velocità di mille gradi. Questo è ciò, che pratichiamo alla giornata colle palle di cannone, a cui dando mercè l'azion della polvere, velocità tale da potere scorrer talvolta 2000 piedi in un secondo, facciam sì che vadano a produrre in una muraglia quelle rovine, che a mala pena gli antichi potevano cagionare con infinito

sten-

stento in virtù delle loro Baliste, e de' loro gravi Arieti; i quali essendo mossi a forza di braccia di un gran numero di uomini, quantunque avessero una smisurata grandezza, erano spinti tuttavolta con tenue velocità. In parecchi altri ordigni poi, alle cui parti non si può compartire una eccedente velocità, si pratica tutto il rovescio; conciossiachè per avere una notabile quantità di moto, si accresce considerabilmente la loro quantità di materia. Lo scorgiam praticato alla giornata ne' laboratorj di varj Artefici, specialmente in alcuni particolari generi di grandi trafile, le quali abbisognando di una gran forza, vi si adatta una pesantissima ruota di metallo per muovere il rotame, e quindi sollevar le tanaglie. Ne' filatoi, ed in altri simili ordigni, che girano, si soglion guernire di piombo i fuselli per fargli girare con maggior forza, e quindi superar più agevolmente l'attrito, e la resistenza dell' aria. Mirate una donnicciuola, che fila, ed osservate com' ella aggrava il suo fuso del verticillo, o fusajolo, che dir si voglia, per farlo girar con violenza; e come poscia ne lo sgrava tostochè il filo, che gli è avvolto intorno, rendelo pesante al segno, che conviene.

120. Prima di lasciar questo soggetto, torna molto in acconcio di osservare che quantunque due corpi diversi abbiano la stessa

 quan-

quantità di moto, pure gli effetti prodotti per virtù del loro urto, benchè uguali in intensità, esser possono differentissimi. Nello sparo di un cannone la quantità di moto, che si genera, è la medesima sì nella palla, ch'è spinta fuori, come nel cannone, attesa l'uguaglianza e contrarietà dell'azione, e riazione, di cui si ragionerà in appresso. Ciò non ostante, la palla è capace di farsi strada per lo traverso di un muro, e 'l cannone non fa altro che rinculare un poco. Dal che vuolsi dedurre in generale che i piccioli corpi dotati di gran velocità sono molto proprj per isquarciare in pezzi quegli altri, ch'essi percuotono; e che i gran massi forniti di picciola velocità sono più atti a scuoterli. La ragione si è che operando il picciol corpo con velocità tale, che superar possa la natural coerenza delle parti di quello, contro le quali urta, le separa conseguentemente in un tempo sì picciolo che non può il suo moto comunicarsi al rimanente del corpo; laddove operando il gran masso con velocità insufficiente a vincere la mentovata coerenza, a motivo della lentezza, con cui opera, si dà tempo che il moto si comunichi alle altre parti del corpo urtato, onde vien quello scosso nell'intera sua mole Scorgesi ciò ad evidenza tirando un colpo di fucile contro una banderuola da vento, oppur contro di una porta, che si muova liberamente intorno ai suoi cardini.

dini. Se la carica sarà poderosa, la palla attraverserà la banderuola, oppur la porta, senza che nè l'una, nè l'altra si muovano d'un pelo dalla situazione, in cui erano; laddove percuotendosi tutt' e due con un gran masso di ferro dotato di una picciola velocità; quantunque la parte onde esso urta, sia conformata in modo, che non ecceda in grandezza la palla del fucile, pure il moto si comunicherà a tutte le parti e della banderuola, e della porta, talmentechè farà girar l'una intorno alla propria asta, e l'altra intorno ai suoi cardini, senza poterle attraversare per alcun verso. Questa osservazione può esser di grand' uso in parecchie occorrenze, e specialmente nel caso che vogliansi abbatter muraglie, oppure antichi edifizj, le cui parti sien molto tenaci, siccome avvien non di rado. Per potervi ben riuscire non torna conto il far uso di strumenti, i quali dotati di picciola massa, operino con una considerabile velocità; ma gioverà moltissimo il servirsi dell'urto di massi grandi, comechè la loro velocità sia minore; coll'avvertenza di dar sempre il secondo colpo prima che svanisca l'impressione, ossia il tremore cagionato dal primo; conciossiachè riuscirà agevolmente di rovesciare, ed abbattere co' colpi successivi quel ch'è stato già scosso in forza degli urti antecedenti.

## ARTICOLO V.

*Degli Ostacoli, che si presentano al Moto.*

121. Comechè siasi asserito nel §. 4 esser la mobilità un attributo, che compete a tutti i corpi, sia qualunque la lor grandezza, e figura; tuttavolta giovèrà quì di avvertire che non ogni sorta di corpo è ugualmente atta al moto, e che i medesimi presentano una maggiore, o minor resistenza alle forze, che gli sollecitano a muoversi, a norma delle diverse loro qualità, e delle varie circostanze. Or facendo un po' di riflessione egli è agevole il rilevare che siffatte qualità, e circostanze, ridur si possono con ragione alle seguenti; cioè a dire alla varietà della figura de' corpi; alla diversità della loro superficie; alla differenza della loro densità; e finalmente alla varia resistenza de' mezzi.

122. Affin di assicurarcene col fatto, poniamo sovra un tavolino orizzontale, e ben levigato, una sfera, un cilindro, un cubo, od anche più corpi dello stesso peso, ma di figura diversa. Cerchiamo di porli in moto, e vedremo che una picciolissima forza sarà sufficiente a muovere la sfera; che per muovere il cilindro converrà far uso di una forza un po' maggiore; e che il grado di questa dovrà aumentarsi anche di più per poter muovere il cubo. E quando un tal

moto

moto si sia già comunicato a tutti in ugual grado, sarà egli più durevole nella sfera, un poco meno durevole nel cilindro, ed assai meno nel cubo: le quali differenze di moto non vengono originate da altro, siccome ognun si avvede, se non che dalla diversità della figura de' mentovati corpi, supponendo sempre in essi l'azione della loro intrinseca forza di gravità, il cui sviluppo non può farsi in tutti egualmente per cagione della diversità delle loro figure.

123. Che se d'altronde il detto tavolino fosse scabroso invece di esser levigato; lo stesso grado di forza, che ha messi in moto gli anzidetti corpi nel caso proposto, non sarebbe ora sufficiente a muoverli di bel nuovo; talmentechè sarebbe necessario aumentarla. Ciò si rileva similmente dal vedere che messe due sfere di ugual peso sopra un piano ben levigato, una delle quali abbia la superficie perfettamente liscia, e l'altra scabrosa, è assai più facile porre in moto la prima, che la seconda. Dunque la maggiore, o minor disposizione al moto dipende eziandio dalla varietà della superficie de' corpi.

124. Vuolsi intender lo stesso della loro differenza in densità, scorgendosi ad evidenza che due sfere, per cagion d'esempio, di diversa gravità specifica (quali sarebbero in realtà se una fosse di legno, e l'altra di piombo) non sono ugualmente atte

te

te ad esser mosse; e che la forza per muover la sfera di piombo convien che sia maggiore di quella, che si richiede per muover la sfera di legno. Per esser di ciò intimamente convinto basta risovvenirsi che tutt' i corpi son dotati della forza d' Inerzia; e che la medesima è sempre proporzionale alla quantità della materia (§. 46), ossia alla densità de' corpi sotto lo stesso volume.

125. Finalmente è noto ad ognuno non potersi un corpo trasferire da un luogo in un altro senza imbattersi per cammino in altri corpi, sieno solidi, o fluidi, i quali si oppongono più, o meno, al progresso del suo movimento. Sì negli uni come negli altri siffatta resistenza viene originata o dalla natural coerenza delle parti, che converrebbe vicendevolmente separare per render libero il detto cammino, o dalla semplice Inerzia di que' corpi, che debbono far luogo a quello, ch' è in moto. Un luminoso esempio della resistenza del primo genere ci vien somministrato da una zeppa che si sforza a farsi strada per lo traverso di una picciola fenditura, che vi fosse in un pezzo di legname; come altresì da un corpo qualunque, il quale fosse spinto dentro una quantità di mele, di olio, o d' altro liquido simigliante, le cui parti trovansi fornite di una viscosità naturale: laddove la resistenza del secondo genere ci viene indicata evidentemente da quei corpi, ch' essendo

sendo spinti dentro l'aria, l'acqua, ed altri fluidi di tal natura, le cui parti scorrono liberamente l'una sull'altra, talchè la loro coerenza si può riguardar come nulla rispettivamente a quella de' fluidi testè mentovati, non hanno a superare altra resistenza se non quella, che loro presenta la naturale Inerzia delle parti medesime. Di questa indole sono que' fluidi, nel mezzo de' quali si eseguono i movimenti più rimarchevoli, che si fanno nell'Universo; e per tal motivo ci ristrigneremo ad esaminare unicamente questa sorta di resistenza: e poichè la medesima scorgesi costantemente soggetta ad alcune leggi, gioverà qui il comprenderle nelle tre proposizioni, che seguono.

126. La prima di queste proposizioni si è che se uno stesso corpo movendosi colla medesima velocità, passa successivamente dentro fluidi diversi; la resistenza, che in essi incontra, è proporzionale alla loro densità. Imperciocchè a misura che il fluido è più denso, contiene un maggior numero di parti nello stesso volume: e poichè la forza d'Inerzia abbiam veduto esser proporzionale al numero delle parti, ossia alla quantità della materia; ne avverrà che il corpo in moto imbattendosi in mezzi più densi, incontrerà maggiore Inerzia da vincere; e quindi dovrà proporzionatamente superare una maggior resistenza.

127. In secondo luogo movendosi due corpi

pi simili, come a dire due sfere, due cubi, o due prismi di diversa superficie per entro allo stesso mezzo col medesimo grado di velocità; le resistenze, ch'essi v'incontreranno, saranno proporzionali alla loro superficie. La ragione di ciò si è che non potendo un corpo scorrere dentro un fluido senza scacciare successivamente dal suo luogo un volume dello stesso fluido uguale al suo; ognun vede che la quantità di un tal volume crescer dee a proporzione che divien maggiore la superficie del mobile. Ma un maggior volume di uno stesso fluido in se contiene un maggior numero di parti, e conseguentemente è dotato di maggior forza d'Inerzia di quel che sia un volume minore: dunque la resistenza, che il mobile incontrerà nello scorrer per entro a quello, sarà proporzionale alla sua superficie; e quindi in due corpi simili, le cui superficie fossero disuguali, sarebbe eziandio proporzionale alle medesime.

128. Dall'esser siffatta resistenza, nel caso di corpi simili, proporzionale alle loro superficie, ne segue che queste essendo uguali, si uguaglieranno benanche le resistenze: ciò non ostante però l'effetto da essi prodotto potrebbe non esser uguale; conciossiachè la disuguaglianza delle masse, cagionar potrebbe una quantità di moto maggiore nell'uno, che nell'altro. Così due uguali palle, una delle quali fosse d'oro, e l'al-

l' altra di ferro, attraversando l' aria colla medesima velocità, incontrerebbero in quella ugual resistenza; ma questa sarebbe superata con maggior efficacia dalla prima, che dalla seconda, per cagione della sua maggior densità. Questo si è appunto il caso, del quale si è ragionato nel §. 75.

129. Dato finalmente che uno stesso corpo venga spinto per entro allo stesso mezzo con differenti celerità; la resistenza, che gli verrà opposta da quello, sarà proporzionale a' quadrati di siffatte celerità. Per rimaner persuasi di una tal verità supponiamo che una palla di moschetto sia spinta nell' acqua con due gradi di velocità; cioè a dire con velocità tale, che le faccia scorrer due piedi in un secondo di tempo. È certo che cotesta palla non potrà farsi strada per lo traverso dell'acqua senza scacciare dal loro luogo due piedi della medesima nell' intervallo di un secondo: nè un tale scacciamento potrà seguire senza che la palla comunichi a cotesti due piedi d'acqua una velocità ugnale alla sua. Or due piedi d' acqua, che formano la massa respinta dalla palla, avendo ricevuto dalla stessa 2 gradi di velocità, avranno una quantità di moto uguale a 4 (§. 113); e perciò resisteranno contro la palla con quattro gradi di forza per esser l'azione uguale alla reazione. Ma 4, ch' è la resistenza, è il quadrato di 2, ch' è la velocità. Dunque

que non v'ha dubbio che le resistenze opposte dallo stesso fluido ad uno stesso corpo, che vi scorre dentro con differenti velocità, sieno sempre proporzionali ai quadrati delle velocità medesime.

130. Dalle cose fin quì dette deduconsi come legittime conseguenze due metodi agevolissimi per poter calcolare le resistenze rispettive, che s' incontrano da due, o più corpi, i quali si muovano nello stesso mezzo, oppure in mezzi di differente densità. Se due globi A, e B, per esempio, si muovan tutt' e due dentro l' acqua, le rispettive resistenze, ch' essi v' incontreranno, saranno come il prodotto della superficie di A moltiplicata pel quadrato della sua celerità, al prodotto della superficie di B, anche moltiplicata pel quadrato della celerità sua. Quindi supponendosi di 2 piedi la superficie di A, e di 4 quella di B; se la velocità del primo sia di 3 gradi, e la velocità del secondo di 5; la resistenza, che incontrerà A, sarà a quella di B, come 18 a 100; tali essendo i prodotti di 2 per 9, e di 4 per 25.

131. Supponiam d' altronde che i medesimi due globi A, e B, vengano separatamente spinti colle medesime velocità di 3, e 5, entro a due fluidi, uno de' quali abbia 4 gradi di densità, e l' altro 6; le rispettive resistenze, che loro si opporranno, saranno come il prodotto della superficie di A pel

A pel quadrato della sua celerità, moltiplicato per la densità del fluido, in cui si muove, al prodotto della superficie di B pel quadrato della celerità sua, moltiplicato per la densità del fluido a se corrispondente. Così il prodotto di 2 per 9, (ossia 18) moltiplicato per 4, ch'è la densità del primo fluido, dà 72 nel prodotto; e quello di 4 per 25 (ossia 100) moltiplicato per 6, ch'è la densità del secondo fluido, dà per prodotto 600: dal che ne segue che la resistenza del primo globo sarà a quella del secondo come 72 a 600. Abbiasi dunque per regola generale, che in tutti i casi della natura di quelli che si sono proposti, la resistenza è in ragion composta della superficie, e del quadrato della velocità del mobile, e della densità del mezzo, in cui si muove (a).

LE-

(a) L'eccezioni, a cui può esser soggetta questa legge generale, rinvenir si possono nell' opera del Signor Lombardi *sul moto de' Projetti nel mezzo resistente.*

# LEZIONE III.

## *Della prima, e seconda Legge del Moto, e quindi del Moto curvilineo, e delle Forze centrali.*

### ARTICOLO I.

#### *Della prima Legge del Moto.*

132. Per poter pienamente comprendere le dottrine, che sarem per esporre, fa mestieri richiamare alla memoria ciò, che si è detto altrove (§. 46) sulla forza d'Inerzia. Questa forza, ch'è un principio puramente passivo, è produttrice feconda di effetti, non altrimenti che l'Attrazione, e la Repulsione, che sono principj attivissimi. Come in fatti le tre leggi di moto, dette altrimenti *Leggi di Natura*, perchè competono universalmente a tutt'i corpi, ch'esistono nell'Universo, dipendono interamente dallo stesso principio. Furono esse stabilite da Newton, e la prima è la seguente.

133. *Ogni qualunque corpo, sia in riposo, sia in movimento, persevera naturalmente nello stato di quiete, oppur continua a muoversi uniformemente in linea retta, fino a tanto che non venga disturbato da quello stato da cagioni esteriori.* Come in fatti essendo la materia naturalmente scevera

vera d'ogni qualunque attività, è chiaro che siccome non può muoversi da se quando sia in riposo, così d'altra parte non può da se arrestare il suo moto in veruno istante qualora si trovi esser in movimento. Dev'ella dunque continuare indifferentemente nello stato, in cui è; ed essendo in moto, non v'ha ragione per cui debba alterare la sua velocità, oppur la direzione. Ecco intanto il motivo della continuazione del movimento de' projetti, per la cui investigazione tanto si affaticarono gli antichi Filosofi senza profitto.

134. Da ciò rendesi eziandio evidentissimo che ogni qualunque movimento è per sua natura uniforme, e rettilineo. È uniforme, perchè non potendo la materia in moto alterare la sua velocità, dee necessariamente percorrere spazj uguali in tempi uguali: è rettilineo, perchè non potendo il mobile cambiare da se la sua direzione, uopo è che prosegua a muoversi secondo la direzione ricevuta originalmente, ossia nel primo istante del suo movimento; il quale concependosi determinato verso di questo, o di quel punto, eseguir si dee lungo una retta, che a quel punto conduce.

## ARTICOLO II.

*Della seconda Legge del Moto*; *e quindi del Movimento composto uniforme*; *ossia rettilineo.*

135. La seconda legge del moto, dipendente dalla inattività della materia, al par della prima, consiste in ciò, che *qualunque movimento, oppur cambiamento di moto, è sempre proporzionale alla forza, che lo produce; e si fa secondo la direzione, in cui opera la forza stessa*. Siffatta legge rendesi evidentissima qualor si riflette che non potendo la materia per ragione della sua Inerzia mettersi da se stessa in moto quando sia in quiete, nè ridursi allo stato di riposo quando sia in movimento; come neppure cagionare in quello alcuna sorta di alterazione; dee necessariamente seguirne che qualunque moto, e qualunque cambiamento di esso, che si produce in un corpo, dev' esser cagionato dall' impressione di una forza, il cui effetto uopo è che sia a quella proporzionale: e siccome la forza, che produce un tal effetto, ossia movimento, opera secondo una data direzione; l' effetto quindi prodotto non può non seguire la direzione medesima. Per la qual cosa è chiaro che ritrovandosi un corpo in moto, e venendo in tale stato percosso da un altro secondo la stessa direzione, in cui egli esegue

gue il suo movimento; dee questo per necessità essere accelerato: siccome d'altronde verrà a soffrire del ritardo, e talvolta si ridurrà anche alla quiete, qualora la direzione del corpo, che urta, sia opposta a quella, in cui il primo corpo si movea. Nel primo caso le forze diconsi *cospiranti*, e nel secondo *opposte*.

136. Può avvenire però che coteste forze non sieno nè direttamente cospiranti, nè direttamente opposte; come sarebbe per esempio se nell'atto che la palla A sia percossa dalla forza $n$ per la direzione $n$AC, venga spinta dall'altra forza $m$ secondo la direzione $m$AB. In tal caso agendo coteste forze sul mobile A simultaneamente per le indicate direzioni, e non potendo la palla A ubbidire, diciam così, all'una, ed all'altra nel tempo stesso, dovrà necessariamente prendere un cammino intermedio fra entrambe. Ora, ad oggetto di rinvenire un tal cammino, rappresenti la retta AC lo spazio, che la forza $n$ farebbe percorrere al corpo A in un dato tempo, e l'altra retta AB dinoti lo spazio, che lo stesso corpo A trascorrerebbe per l'azione della forza $m$: e con tali rette AC, AB si compia il parallelogrammo ABDC. La sua diagonale AD sarà il cammino richiesto. Facciamone la dimostrazione.

Tav. I. Fig. 9.

137. Non potendosi le mentovate forze impresse alterare vicendevolmente dopo l'urto in alcun punto del cammino del mobi-

 le

le A, serberanno sempre fra loro gli stessi rapporti sì di velocità, come di direzione: conseguentemente il mobile A in ciascun tempo successivo del suo corso dovrà ritrovarsi in un punto, ove si congiungano due parallele, una ad AB, e l'altra ad AC. Di fatti ripartendosi la retta AB nelle parti AE, EF, FB; ed AC proporzionalmente nelle parti AI, IK, KC; trattandosi di moto uniforme, sì queste come quelle esprimeranno non meno gli spazj, che le velocità delle forze a se corrispondenti (§. 97). Il mobile dunque animato dalle due forze elementari AE, ed AI nel primo istante del suo corso, dovrà necessariamente ritrovarsi nel punto H, ove soltanto si verificano i rapporti indicati e di velocità e di direzione. Che sia così, colle date rette AE, ed AI compiasi il parallelogrammo AEHI: per esser questo costituito lungo la diagonale AD, sarà simile al parallelogrammo ABDC, e perciò la velocità AE è ad AI come AB ad AC, e l'angolo IAE è sempre il medesimo.

138. Lo stesso raziocinio varrà parimente per dimostrare che nel secondo istante del suo corso il mobile A dovrà ritrovarsi in G, e finalmente in D: il quale corso AD per la legge della forza d'inerzia (§. 134) non potrà essere che rettilineo, perchè derivato da forze, che avendo dato l'impulso al corpo A, lo hanno all'istante abbandonato a se stesso con moto uniforme, come si è sup-

supposto. Questo moto per la diagonale, cagionato da due, o più forze, dicesi *Moto composto*, a differenza di quello, che si cagiona da una forza sola, il quale perciò si denomina *Moto semplice*. Le rette AC, AB, che rappresentano per ipotesi l'effetto, che le forze *n*, ed *m* producono separatamente nel corpo A, diconsi *componenti*: alla diagonale AD, da cui vien rappresentato l'effetto che risulta dalla loro unione, dassi la denominazione di *risultante*.

139. La miglior maniera però di far concepire la legge, di cui si ragiona, a me sembra esser quella di supporre che nell'atto che una mosca, per modo d'esempio, cammini d'alto in basso su per un regolo A C con moto uniforme, il regolo stesso venga trasportato orizzontalmente da A in B; e che la mosca impieghi esattamente tanto tempo per passare da A in C, quanto ne impiega il regolo per iscorrere su tutt'i punti esistenti tra A, e B. Or egli è evidente che se nel primo intervallo di tempo, in cui la mosca ritrovar deesi in I, il regolo venga trasportato in E; la mosca passar dee in H. Nell'intervallo seguente, in cui la mosca è in K, e 'l regolo si fa passare in F, la mosca si troverà in G. Finalmente essendo il regolo trasportato in B nell'atto stesso che la mosca perviene a C; dovrà questa necessariamente trasferirsi in D. Il qual raziocinio potendosi fare ugualmente

Tav. I. Fig. 9.

 per

per tutt' i punti compresi tra A H, H G, e G D; fa chiaramente conoscere la verità della dichiarata proposizione.

140. Nè questa è cosa, che si rileva dalla semplice teoria; imperciocchè vien manifestamente confermata per via di esperimenti. Di fatti la supposizione della mosca testè rapportata scorgesi ridotta in pratica colla Macchina rappresentata dalla Fig. 10(*a*). Il peso A, il cui filo passando sulla carrucola mobile G, è legato coll'altro capo alla cavicchia R; nell'atto ch'è tirato da N verso M per mezzo della corda Q, alla cui estremità è attaccata la detta carrucola G, vien conseguentemente tirato in su da P verso N. Per la qual cosa essendo M N parallela ad O P, si vedrà il mobile A percorrere la diagonale PM, come se fosse spinto nel tempo stesso secondo le direzioni P O, e P N.

Tav. II. Fig. 10.

141. Lo stesso scorgesi avvenire qualora si fa uso della spezie di Trucco rappresentato dalla Fig. 11. Se la palla A è percossa dal maglietto B secondo la direzione B A, verrà spinta direttamente verso D, nella guisa appunto che urtata dal maglietto C nella direzione C A prenderà il cammino per A E. Ma se queste due potenze facciansi operare unitamente nel tempo stesso, talchè vadano a percuoter la palla in ambedue le accennate direzioni; il mobile A lungi dall' incamminarsi per A D, ovvero per

Tav. II. Fig. 11.

(*a*) Questa Macchina costa in Parigi 7 duc. di Regno.

per A E, si vedrà correre per A G, ch'è la diagonale del parallelogrammo A D G E, i cui lati rappresentano l'intensità, e le direzioni AD, AE, delle due accennate potenze.

142. E quand'anche non si avessero Macchine per tal uopo, potremmo restar convinti di ciò in virtù di un meccanismo assai triviale. Prendete un nocciolo di ciriegia, che non sia del tutto inaridito; e messolo fra l'estremità del dito pollice, e dell'indice, premetelo per traverso con qualche forza per ispignerlo fuori. Sapete benissimo che ne segue. Premuto egli da uno delle dita verso di un lato, e dall'altro verso la parte opposta, scapperà per una linea, la quale scostandosi dalle direzioni, a cui le pressioni delle dita separatamente considerate si sforzavano a determinarlo, si ritroverà frapposta tra ambedue: e siffatta linea sarebbe retta, qualora il nocciolo non fosse sollecitato di continuo a cader giù dalla forza di Gravità.

143. Un battello, che tirato ugualmente da due funi verso le opposte rive di un fiume nel tempo stesso, si avanza a dirittura pel mezzo del fiume medesimo, ci somministra una pruova evidentissima del moto composto eseguito giusta la dichiarata legge. Lo stesso dir si dee di una nave, la quale facendo *rotta* (*a*), supponiamo dal-



(*a*) *Rotta* è un termine di marina, che vale lo stesso che *cammino*.

l'Est all'Ouest, nell'atto che la corrente la spigne dal Sud verso il Nord, trovasi trasportata realmente verso il Nord-Ouest per cagion della *deriva* (*a*); e propriamente verso di un punto, più o meno distante dall'uno che dall'altro degl' indicati punti cardinali, a misura che la velocità della nave è maggiore, o minore di quella della corrente, come or ora si farà avvertire. Sicchè la vera *rotta*, ch'ella descrive, è la diagonale del rettangolo, due de' cui lati vengono rappresentati dalle direzioni, e dalle intensità delle forze anzidette.

144. Qualora due forze, che danno al mobile un impulso simultaneo, gl'imprimono uguali velocità; in tal caso la mentovata diagonale ritrovar si dee nel preciso mezzo delle direzioni delle forze stesse, che lo spingono; imperciocchè in questa supposizione la figura, i cui lati esse rappresenteranno, sarà equilatera; e sarà o un quadrato, come ABCD, oppure un rombo, come AGHD; le cui diagonali AC, AH trovansi, come si scorge, nel preciso mezzo de' lati AD, AB; e di AD, AG. Ma se coteste velocità fossero disuguali; allora la figu-

Tav. II. Fig. 12.

(*a*) *Deriva* è parimente un termine nautico, che esprime il sentiere, che segue effettivamente la nave, diverso da quello per cui il Piloto vorrebbe dirigerla; e ciò per cagione de' venti, e delle correnti, che gliel frastornano.

figura, che ne risulterebbe, sarebbe un quadrilungo, la cui diagonale sarebbe tanto più prossima al lato maggiore, quanto il medesimo supera il minore. Questa cosa, che manifestamente si scorge con dare un' occhiata alla Fig. 9, Tav. I, conferma sempreppiù quel che si è detto di sopra; cioè a dire che il mobile, la cui direzione venga alterata dall'impressione di un' altra forza, viene a deviare da quella per una quantità di spazio proporzionale alla forza medesima.

Tav. I. Fig. 9.

145. Ciò si dimostra ad evidenza col mezzo del Trucco, di cui si è fatt' uso nel §. 141. Imperciocchè, siccome abbiamo ivi veduto che essendo il corpo A percosso ugualmente da due maglietti B, e C, descrive la diagonale A G, la quale trovasi ugualmente distante dalle direzioni A E, A D, delle due mentovate potenze; così, qualora la velocità impressagli da B fosse uguale ad A D; e quella di C si uguagliasse soltanto ad A I; la diagonale, cui verrebbe a percorrere, sarebbe A H; la quale ognun vede esser più vicina al lato maggiore A D di questo nuovo parallelogrammo, che al minore A I.

Tav. II. Fig. 11.

146. La diagonale, di cui si ragiona, non solamente rappresenta la direzione, che il mobile seguir dee per virtù del moto composto, ma esprime eziandio la velocità, che in esso risulta dalla combinazione di quelle, che gli vengono impresse dalle due forze: dimodochè la palla A spinta verso E, e ver-

Tav. II. Fig. 11.

e verso D nel tempo stesso colle velocità A E, ed A D, muovesi poscia con velocità ugnale ad A G; e scorre lo spazio A G nell' istesso intervallo di tempo precisamente, che avrebbe impiegato nello scorrere il lato A E, ovvero A D, qualora fosse stata spinta separatamente da una delle due forze accennate. E poichè niuno ignora che la diagonale di un quadrilatero è sempre minore di due de' suoi lati; ciascun si avvede per conseguenza che la velocità, che in un mobile risulta nel moto composto, è sempre minore della somma di quelle velocità, che dalle suddette forze separatamente gli si sarebbero impresse.

147. Uopo è avvertire però che siffatto scemamento di velocità non è uguale in tutt' i casi; ma è maggiore, o minore, secondochè varia l' angolo formato dalle direzioni delle due potenze, detto perciò *Angolo di direzione.* Conciossiachè egli è cosa indubitata che la mentovata diagonale varia in lunghezza al variar di quello. Ciò però vuolsi intendere in questo modo; cioè a dire che la diagonale, e conseguentemente la velocità, ch' ella esprime, si fa maggiore a misura che si scema l' angolo di direzione, e così al contrario; quantunque non possa affermarsi ch' ella segua la ragione inversa di cotale angolo, ma bensì quella dei seni degli angoli opposti. Prima di recarne la dimostrazione tornerà bene il dare

dare un'occhiata alla Fig. 12, da cui manifestamente si rileva che se l'angolo di direzione, secondo cui il mobile A viene spinto dalle due forze B, D, fosse DAB; la diagonale sarebbe AC; la quale si convertirebbe in A F, ch' è maggiore di A C, se l'angolo di direzione fosse D A E; nella guisa medesima ch'ella si allungherebbe anche più convertendosi in A H, nel caso che l'angolo di direzione fosse D A G. Se quest' angolo DAG si andasse scemando di mano in mano fino a divenire infinitamente picciolo; i suoi lati A D, AG si andrebbero a combaciare; e quindi la diagonale, che verrebbe a combaciarsi anch'ella co' due lati A D, D H, si renderebbe uguale ai medesimi, ai quali si uguagliano A D, A G. Perciò in tal caso venendo le due forze a concorrere insieme nella medesima direzione, la velocità originata nel mobile adeguerebbe esattamente quelle, che gli verrebbero impresse d'ambedue le potenze. Dunque la massima celerità, o il massimo effetto, che due potenze insieme combinate produr possono sovra un mobile, si ha quando esse sono del tutto cospiranti; cioè a dire che concorrono ad operar tutt' e due nella medesima direzione.

Tav. II. Fig. 12.

148. Così d'altra parte la Fig. 13 ci fa vedere che a misura che gli angoli di direzione A B C, A B D, A B E, si vanno aumentando, le rispettive diagonali B F, B G, BH,

Tav. II. Fig. 13.

BH, si rendono più brevi; inguisachè se l'angolo ABE si aprisse di tanto che le direzioni AB, EB, delle due potenze formassero una sola linea retta; spignendo esse il mobile B in direzioni del tutto opposte nel tempo stesso, resterebbe quello in riposo, se le forze fossero uguali; oppur si moverebbe coll'eccesso soltanto dell'una sopra dell'altra, nel caso di disuguaglianza; talchè la velocità acquistata dal mobile sarebbe uguale alla loro differenza. Dal che ne segue che la menoma celerità, ossia il menomo effetto, che due potenze combinate cagionar possono in un mobile, si ha quando esse sono direttamente opposte, ossia che concorrono ad operare in direzioni del tutto contrarie.

149. L'intrinseca ragione di cotesta varietà della diagonale è ben facile a concepirsi quando si consideri che il cangiamento dell'angolo di direzione rende le forze componenti o più cospiranti, o più opposte, e quindi fa sì che il loro effetto indicato dalla risultante (§.146) sia maggiore, o minore. Supponiamo in prima che l'angolo formato dalle due forze componenti sia ottuso, come sono gli angoli ABD, ABE della Fig. 13. Prolungando la retta AB verso I, vedrassi a colpo d'occhio che la direzione BE di una delle forze accostandosi ad IB, ch'è la direzione dell'altra componente AB, diviene più opposta a cotal direzione di quel che

Tav. II. Fig. 13.

che lo è la retta BD dell'altro angolo ottuso ABD. Quindi è ch'essendovi nella direzione delle due componenti AB, e BE maggiore contrarietà di forze, dee risultarne un effetto minore dopo la percossa (§.148): il quale effetto, esprimendosi dalla diagonale (§.146), forz'è che BH sia minore di BG; e così per qualunque altro angolo ottuso. Al contrario questo stesso raziocinio applicandosi agli angoli acuti DAE, DAG della Fig. 12, ove le direzioni delle componenti AD, AG vansi a rendere più cospiranti che AD, AE, e per conseguenza il loro effetto espresso dalla diagonale AH, fassi maggiore di AF; troverassi posta in pieno lume la verità testè dichiarata.

Tav. II. Fig. 12.

150. Dalle cose fin quì dette si rilevano generalmente due utilissimi metodi pratici per lo scioglimento di alcuni Problemi. Il primo di siffatti metodi consiste nel determinare l'effetto, che due forze combinate debbono produrre sopra un mobile, ossia la direzione, e la velocità, con cui esso verrà spinto dopo la percossa, qualora sieno date le loro rispettive velocità, e l'angolo della loro direzione. Date, per esempio, le velocità AB, AC delle due potenze, e'l loro angolo di direzione CAB; per determinare la diagonale, che siccome abbiam detto (§. 146), esprimer dee la direzione, e la velocità del moto composto di A, non si ha a far altro che compiere il parallelo-

Tav. II. Fig. 14.

gram-

grammo ABDC; il quale si ha facilmente, quando si abbiano due lati AB,AC, e l'angolo CAB tra essi compreso. Imperciocchè la diagonale di esso esprimerà quella, che si richiede; il cui valore potrà rinvenirsi agevolmente per mezzo della Trigonometria.

151. Il secondo metodo è quello di determinare la direzione, e la velocità impressa da una delle potenze, qualora sia già nota non solamente l'altra, ma eziandio l'effetto prodotto da entrambe sul mobile. Suppongasi esser già nota la diagonale AD trascorsa dal mobile A con moto composto; e si abbia per conosciuta eziandio la direzione, e la velocità BA della potenza B; se dal punto D si tiri DC parallela, ed uguale ad AB, e quindi si uniscano i punti A, e C, B, e D, col mezzo delle rette AC, BD; è manifesto che la retta AC esprimerà la direzione, e la velocità della potenza richiesta; il cui valore, non altrimenti che quello della precedente, potrà determinarsi per mezzo della Trigonometria.

Tav. II. Fig. 14.

152. Stabilite siffatte cose, sarà ben fatto di procedere un poco più oltre, affin di dedurre delle altre nozioni dall' esame di quelle, che si son già rapportate.

AR-

## ARTICOLO III.

### *Della Risoluzione del Moto.*

153. La diagonale AD, che abbiam veduto esser l'effetto delle potenze B, e C, operanti colle velocità, e nelle direzioni AB, ed AC, può riguardarsi ugualmente come prodotta dalle potenze E, F, le quali abbiano percosso il mobile A colle velocità, e nelle direzioni di AE, AF. Potrebbesi dimostrare nella guisa medesima che la stessa diagonale AD potrebbe appartenere ad altri parallelogrammi, che si potrebbero descrivere nella citata Figura. Da ciò dunque evidentemente si scorge che un mobile qualunque, a simiglianza del mobile A nel caso proposto, può essere obbligato a scorrere lo stesso sentiere colla medesima velocità, da diverse potenze, le quali abbiano velocità, e direzioni differenti. Nè questo è tutto; imperciocchè rendesi manifesto benanche che varie paja di forze operar possono tutt' insieme nel tempo stesso, per obbligare il mobile A a descrivere la diagonale AD. Ed infatti siccome AD è l'effetto di AB, ed AC; AB potrebbe esser l'effetto di AM, ed AS; e ciascheduna di queste l'effetto di altre. Per la qual cosa potendo il mobile A essere spinto per la diagonale AD o da una semplice forza, che operi contro di esso secondo una tal direzione, o per

Tav. II. Fig. 14.

o per la forza combinata di AB, ed AC, oppur di AE, ed AF: così parimente potendo la percossa nella direzione di BA venir cagionata da una semplice forza B, oppur dalle due AM, ed AS insieme combinate; non si durerà fatica a comprendere che ogni semplice movimento riguardar si può francamente, quando l'uopo il richiede, come cagionato da due, o più forze unite insieme. Il considerarlo in tal guisa si denomina comunemente *Risoluzione di moto*. Quanto ciò riesca vantaggioso in Meccanica, ci verrà in acconcio di osservarlo a suo luogo. Ne faremo quì uso fra di tanto per dimostrare il seguente Teorema, ch' è il fondamento di tutta la Meccanica del Signor Varignon, e di cui si è molto servito l'illustre nostro Borelli nel valutare le forze de' muscoli, siccome legger si può nel suo aureo Trattato sul *Moto degli Animali*.

154. Se un corpo qualunque venga spinto nel tempo stesso da tre forze omogenee, le cui direzioni sieno tutte nel medesimo piano, talchè non ubbidendo egli a veruna di esse, si mantenga in equilibrio; coteste tre forze saranno scambievolmente come i tre lati di un triangolo, i quali sieno paralleli alle anzidette linee di lor direzione. Suppongasi per ciò che le direzioni delle tre forze B, C, D, da cui viene spinto il corpo A, vengano rappresentate dalle tre rette AB, AC, AD: prolungate le rette BA,

Tav. II. Fig. 15.

CA

C A, verso F, e verso E, si compisca il parallelogrammo A F D E. È chiaro da ciò, che si è detto precedentemente (§. 153), che la forza A D è equivalente alle due A E, ed A F, potendosi quella risolvere in queste. Laonde sostituendo ad A D le sue equivalenti A E, ed A F; tutt' e quattro le forze B, C, F, E, proseguiranno ad essere in equilibrio come prima. Segno è dunque che A F è uguale alla sua opposta A B, non altrimenti che A E è uguale ad A C. E poichè A E si uguaglia a D F; sostituendo questa a quella, saranno le due forze A F, F D, uguali alle due opposte B, C. Per conseguenza le mentovate tre forze B, C, D, saranno tra sè come le rette A F, D F, A D; le quali ognun vede che formano un triangolo, i cui lati sono paralleli alle linee di direzione delle forze diverse.

155. È agevole il dedurre da ciò che qualunque numero di forze, le quali operando nel medesimo piano contro di un punto, si mantengono in equilibrio, si può ridurre all'azione di tre, od anche di due, tra se uguali, ed opposte. Come in fatti le quattro forze B, C, F, E, della citata Figura, ridur si possono alle tre B, D, C; a cui si ridurrebbero benanche se non meno B, che C, fossero risolute nelle loro equivalenti (§. 153). Inoltre siccome componendo le due forze E, ed F, si riducono alla sola D, così componendo B, e C, ridur si potrebbero ad un' al-

Tav. II. Fig. 15.

tra eguale, ed opposta a D, cioè a dire ad X. La qual cosa praticar si può similmente nel caso che non tutte le forze esistessero nel medesimo piano, potendosi quelle ridurre benanche ad un piano solo.

## ARTICOLO IV.

### *Del Moto composto variabile, ossia curvilineo in generale.*

156. Tutte le dottrine fin quì rapportate intorno al Moto composto, sono state fondate sulla supposizione del rapporto costante delle forze combinate; cioè a dire sul supposto che le medesime non cangiassero nè la direzione, nè l'intensità, almeno relativamente l'una all'altra, durante il tempo della loro azione sul mobile. Ciò però non succede in natura così frequentemente: egli è più comune ed ordinario il ritrovar delle potenze, i cui rapporti d'intensità, e di direzione si vanno alterando di mano in mano. In tal caso ognun vede che quantunque il mobile messo in azione da coteste forze, descriva la diagonale di un picciolissimo parallelogrammo in ciascun tempo infinitamente picciolo, tuttavolta però tutte siffatte diagonali insieme unite vengono a costituire una curva. Per la qual cosa potrassi facilmente comprendere che ogni movimento, il quale si faccia per una curva, dee

dee necessariamente esser prodotto almeno da due forze, una delle quali spinga il mobile secondo una direzione rettilinea, e l'altra, operando continuamente sovra di esso, l'obblighi in ogn'istante ad abbandonare l'anzidetta direzione, traendolo verso il centro del suo movimento, dimodochè gli faccia descrivere un poligono d'infiniti lati, ciascuno de' quali è per altro una linea retta infinitamente piccola, dal cui complesso ne risulta quindi una curva; la cui natura vien determinata dalla combinazione delle due forze motrici. Se le loro direzioni formano un angolo retto nell'intero corso della rivoluzione del mobile; la curva, che ne risulterà, sarà un *circolo*; dovechè formando un angolo, ora retto, ora ottuso, ed ora acuto nel corso suddetto, ne risulterà quella specie di curva, che dicesi *ellisse*; ed in simil guisa la *parabola* ec., siccome verrem successivamente dimostrando ne' luoghi opportuni.

157. Che un corpo spinto nel tempo stesso da due forze, i cui rapporti d'intensità e di direzione vannosi alterando di mano in mano, debba descrivere una curva diversa dal cerchio, si conferma mirabilmente col seguente sperimento. Si lasci liberamente cadere la palla A dall'alto della curvatura scanalata A B. Poichè ella scendendo acquista una velocità da potere scappar fuori nella direzione B 3, ch'è tangen-

Tav. II. Fig. 16.

 te

te al punto B della curva suddetta (§. 161); se fosse priva interamente di gravità, non lascerebbe di scorrere effettivamente la detta linea; ma siccome il suo peso la tira costantemente verso giù nella direzione B5; qualora questo sforzo di gravità avesse sempre il medesimo rapporto con quello della projezione B 3; cioè a dire, qualora fosse uguale a quello in tempi uguali; la palla A ricevendo due impulsi nel tempo stesso, uno per B 3, e l'altro per B 5, andrebbe a scorrere la diagonale B E, a tenor della legge del Moto composto già dichiarata. Ma. poichè l'effetto della gravità si accresce in ogn'istante, e quello della projezione rimane lo stesso; ne avverrà che se nel primo istante la forza di projezione essendo uguale a B 1, e quella di gravità uguale a B F, la palla giugnerà a C; nel secondo istante si troverà in D, e nel terzo in E. Imperciocchè l'acceleramento della gravità F G nel secondo istante è maggiore di B F, qual era nel primo; non altrimenti che l' acceleramento G H del terzo istante è maggiore sì di B F, come di F G. Per la qual cosa si vedrà la palla descrivere la curva B C D E, formata dalle diagonali BC, CD, D E, insieme prese; ossia, per parlare con maggior precisione, dalle diagonali infinitamente picciole, che si possono supporre frapposte tra B, e C, tra C, e D, tra D, ed E.

158.

158. Ecco un altro bellissimo sperimento in compruova di una tal verità. A B è un picciolo carretto, denominato *carretto di Steiz* dal nome del suo inventore. Porta egli nel suo mezzo il bussolino C, con entro una piccola palla d'avorio. Questo bussolino è costrutto in modo che facendosi scattare la molla M, ch'è al di sotto del carro, si fa saltar su la palla d'avorio nella direzion verticale C D. Caricato che sia l'ordignò annesso alle ruote B; (il quale non consiste in altro, che in un fuso conico, e scanalato, intorno a cui avvolgendo una corda di minugia, tendesi una molla spirale); ed inceppate che sieno le ruote A, B, ec., per mezzo del conveniente ritegno adattato alla stessa macchinetta, pongasi il carro sovra un piano perfettamente levigato, e messo a livello. Se in tale stato di cose pongasi il carro in libertà con disimpacciare le divisate ruote, incomincerà egli a correr da se sul piano anzidetto; e qualora sarà nel mezzo del suo cammino, scattando da se con impeto la molla M, che prima era montata, farà sbalzar la pallina d'avorio fuori del bacinetto C: la quale descrivendo nell'aria la curva C *d r i s*, andrà a raggiugnere il carretto in *a b*, e cadrà nel bacinetto C, da cui è stata lanciata. Esaminiam questo fatto, e sarem convinti della teoria, cui vogliamo stabilire. Se nell'atto che la pallina è sbalzata fuori di C, il carretto fosse in quiete, ella

Tav. II. Fig. 17.

ella monterebbe su verticalmente verso D : ma poichè nel tempo stesso ch' è spinta dalla molla verso D, il carretto sta avanzando da C verso E; un tal moto progressivo si comunica anche alla palla. Laonde spinta ella verso CD, e verso CE nel punto medesimo, dovrebbe descrivere la diagonale CF, giusta la legge del Moto composto di sopra dichiarata: ma siccome cominciando ella a scorrere siffatta diagonale, nell'atto che si trova, per esempio, in *d*, vien tratta giù dalla forza di gravità nella direzione *d e*; passerà ella per virtù di queste due forze (supponendo quella di projezione uguale a *df*) a descrivere la diagonale *d r*. Perseverando ella nel secondo istante a muoversi verso *b*. (§. 161): ma l'impulso della gravità traendola da *r* verso *g*; l'obbligherà a dirigere il suo corso per *ri*; e quindi per la stessa ragione nel terzo istante scorrerà *is*: talchè tutte coteste direzioni prese insieme costituiranno la curva C*dris*, siccome col fatto si è osservato.

159. La ragione poi, perchè la pallina dee ricader nel bacino, da cui è uscita, si è che il moto orizzontale del carro supponendosi uniforme, nè alterandosi nella palla, quantunque si cangi la sua direzione; si mantiene costante in tutto il tratto di tempo che la pallina va descrivendo nell'aria la detta curva. D'altra parte abbiamo altrove osser-

osservato (§. 146), che un mobile, il quale venga spinto con moto composto per la diagonale di un parallelogrammo, impiega nel descriverla lo stesso spazio di tempo esattamente, che impiegherebbe in iscorrere con moto semplice uno de' lati di quello. Per la qual cosa essendo il moto orizzontale lo stessissimo sì nel carro, come nella palla; nell' istante che questa giugnerà in *d* per virtù delle due forze combinate, il bacinetto C si troverà in *m*: la palla passando in *r*, il bacinetto dovrà trovarsi in *n*; quindi in *o*, quando la palla sarà giunta ad *i*; e finalmente in *s*, allorchè la palla vi cadrà al di dentro. Vuolsi quì avvertire però che il mentovato piano non essendo perfettamente levigato, o non messo bene a livello, il carretto potrebbe accelerare, o ritardare il suo cammino, oppur deviare in qualche modo da quello; e quindi potrebbe mancare l' esperimento, siccome talvolta succede.

160. L' esperimento, di cui si è finora ragionato, fu eseguito in grande dalla famosa Accademia del Cimento. Adattato un piccol pezzo d' Artiglieria in una posizione esattamente verticale al di sopra di un gran Carro, e caricatolo più volte colla medesima quantità di polvere; la palla spinta fuori di quello nell' atto dell' esplosione, ricadde sempre verso la bocca del Cannone qualora il Carro faceasi restare in riposo. Attaccati po-

scia al medesimo Carro sei cavalli; e messo fuoco al pezzo d' Artiglieria nell' atto ch' era quello tratto velocemente innanzi; la palla suddetta seguì per aria il moto del Carro descrivendo l' accennata curva; talmentechè dopo di aver egli corso lo spazio di 64 braccia, la palla andò a cadere in distanza di sole 4 braccia dalla bocca del Cannone: il quale risultamento si ebbe similmente a un di presso coll' aver fatto uso di palle di piombo lanciate per forza di balestre. La differenza di 4 braccia attribuir si dee alla varietà del moto del Carro, alla resistenza dell' aria, o ad altre circostanze di tal natura, siccome si è avvertito dianzi (§.159); giacchè tutte le dottrine fin quì dichiarate intorno al Moto suppongono che i corpi operino liberamente senza che incontrino giammai la menoma resistenza. Questi fatti aprono la strada alla spiegazione di un gran numero d' altri fenomeni, che si possono tutti ridurre allo stesso principio.

## ARTICOLO V.

### *Delle Forze centrali.*

161. Prima d' innoltrarci nell' esame delle Forze centrali, uopo è assolutamente premettere che se nell' atto che il mobile rivolgesi in giro descrivendo qualunque curva, la forza, che il fa deviare dalla linea retta, cessi di operare, quel tal corpo lasciando

do immediatamente di descrivere la curva incominciata, prosegue a muoversi secondo la direzione di quella retta, ch' è tangente a quel punto della curva, ove il mobile si ritrovava quando la forza estranea cessò di operare. Serviamoci dell' esempio di una pietra, che facciasi rivolgere intorno intorno per mezzo di una fionda. Se nell'atto ch' ella si ritrova nel punto B della sua rivoluzione, a cui vien determinata dalla mano A, che la tira a se di continuo, si lasci scappare un capo della fionda, talchè la pietra non sia più soggetta all' azion della mano; lascerà di muoversi per la curva B D, e proseguirà il suo moto per la retta B C, che tocca la curva nel punto B, ove era la pietra quand' ella si sottrasse all' azione della mano. La qual cosa accader dee ugualmente ne' punti D, F, H, ed in qualunque altro, che sul cerchio D B H si potrebbe assegnare. Si scorgerà lo stesso fenomeno gettando dell' acqua in piccioli zampilli sulla circonferenza di una ruota, che si aggiri velocemente intorno al suo asse; imperciocchè sarà quella lanciata con impeto grande dalla ruota nella direzione di tante linee rette, che saranno tangenti a' varj punti della circonferenza della ruota medesima, su cui l'acqua si fa cadere (a).

Tav. I. Fig. 4.

(a) Questa stessa è la ragione, per cui le ruote delle carrozze, che trascorronó su strade fangose, lanciano il fango tutt'all'intorno con veemenza proporzionata alla velocità, con cui si aggirano.

162. Avendo tutt' i corpi, che rivolgendosi in giro descrivono una curva, una natural propensione a muoversi giusta la direzione delle tangenti a quella curva; ed essendo i varj punti di coteste tangenti più distanti dal centro del moto di quel che sieno i punti della curva stessa; si comprende ad evidenza che tutt' i corpi mentovati posseggono una forza, che tende sempre ad allontanarli dal centro del movimento. Quindi è che la medesima si denomina *centrifuga*, a differenza dell' altra, onde gli stessi corpi vengono tratti, e ritenuti verso il centro, a cui si dà per ciò il nome di *centripeta*, comecchè tutt' e due insieme unite dicansi con comune vocabolo *Forze centrali* (*a*). Questa verità rendesi evidentissima col far girare velocemente intorno intorno un secchietto pieno d' acqua, che si tenga legato ad una corda nell' atto che il capo opposto della medesima vien ritenuto dalla mano. Non ostante la forza di Gravità, che sollecita l'acqua a cader giù, premerà ella vi-

(*a*) Il primo a scoprire le leggi delle forze centrali fu il celebre Hugenio: ma non avendole egli applicate che a' cerchi senza veruna dimostrazione, fu riserbata al gran Newton la gloria di estenderle ad ogni sorta di curve. Questa materia trovasi trattata maestrevolmente dal Marchese de l'Hôpital nelle Memorie della R. Accademia delle Scienze di Parigi per l' anno 1701.

vigorosamente contro il fondo del secchio in tutt'i punti della sua rivoluzione; e per tal cagione non se ne verserà neppure una goccia: e nel caso che si faccia un foro nel fondo suddetto, l'acqua scapperà fuori con impeto per lo traverso di quello in direzioni anche contrarie a quella della Gravità, e quindi sarà spinta nella direzione delle tangenti, siccome si è dichiarato.

163. La prima cosa, che si presenta alla considerazione intorno alle Forze centrali si è che date le altre cose uguali, sono elleno maggiori, o minori, proporzionalmente alla quantità della materia. Imperciocchè altro non essendo la forza centrale di un corpo, se non se il risultamento delle forze parziali, ond'è provveduta ciascuna delle particelle, di cui esso è composto; ne segue per conseguenza che siffatta somma dev'esser maggiore, qualora è maggiore il numero delle parti, ed al contrario; e quindi, ch'ella è proporzionale alla massa. Legate successivamente in cima a una corda una pietra, supponiam di tre once, indi un'altra di sei once, e finalmente una terza di una libbra; e preso in mano il capo opposto, fatele girare, una per volta, con ugual celerità a guisa di fionda: osserverete che la mano dovrà fare un picciolo sforzo per poter ritenere la pietra di tre once; che lo sforzo dovrà esser maggiore per ritener quella di sei once; e finalmente ch'egli sarà il

mas-

massimo per ritener la pietra d'una libbra. Ciò si conferma eziandio evidentemente per via di un altro sperimento. Se dentro di un tubo di vetro pongansi varj corpi di diversa gravità specifica, come a dire un pezzo di sughero, una palla di piombo, ed un pezzetto di legno; e quindi riempiutolo in parte di acqua, e messolo in una posizione alquanto inclinata, facciasi girare intorno orizzontalmente per mezzo di una macchina destinata a praticare cotal sorta di esperienze (*a*), si scorgerà che la palla di piombo, la quale prima occupava il fondo del tubo, salirà in cima di quello; che il pezzetto di legno si manterrà verso il mezzo; e finalmente che il pezzo di sughero si terrà vicino al fondo del tubo corrispondentemente alla diversa quantità di materia contenuta in siffatti corpi.

Tav. I. Fig. 5.

164. In secondo luogo coteste forze sono sempre uguali tra loro. Supponiamo in prima che mentre un corpo ritrovasi nel punto B della curva EBF, per cui egli si sta rivolgendo, la forza centripeta cessi di operare: ne avverrà per le cose già dette (§. 161) ch' egli

(*a*) Questa Macchina, che per la varietà degli apparecchi, che le vanno annessi per eseguire gli esperimenti diversi sì co' corpi solidi, come co' fluidi, è bastantemente complicata, si denomina comunemente *Macchina della forza centrifuga*. Il suo costo in Parigi è di 60 ducati di Regno.

ch' egli tralasciando di descriver la curva incominciata, prenderà il cammino della tangente BC; e la perpendicolare CD indicherà lo spazio, per cui il corpo B si sarà allontanato dalla curva BDF per virtù della forza centrifuga: e se B C è nel suo stato nascente, la forza centrifuga sarà come lo spazio descritto dal mobile B, o sia come CD. Suppongasi in secondo luogo che mentre il corpo suddetto si ritrovi nello stesso punto B, la forza centripeta eserciti il suo potere: sarà egli costretto a descrivere l'arco B D nel medesimo tempo che avrebbe trascorsa la tangente B C per virtù della sola forza centrifuga. Da ciò apparisce che il corpo B si è allontanato per virtù della forza centripeta dalla tangente BC per lo spazio CD per poter descrivere la curva BD. E se l' arco BD è nello stato nascente, la forza centripeta sarà come lo spazio descritto dal mobile, o sia come CD. Se dunque il potere e della forza centripeta, e della centrifuga, viene espresso dalla retta C D, non v' ha ragione, per cui si possa dubitare dell' uguaglianza delle forze medesime. Per maggiore schiarimento di questa dimostrazione tornerà bene il soggiugnere che qualora gli archi si concepiscono nello stato nascente, il tempo in cui sono descritti dal mobile, è infinitamente piccolo; e quindi non potendo il mobile ricevere se non se un semplice impulso istantaneo da ciascuna delle

delle forze centrali, il suo moto può concepirsi come uniforme (§. 88); e come tale la forza che lo produce, è come lo spazio descritto dal mobile, in tempi uguali, o sia come la perpendicolare CD.

165. Convien sapere in terzo luogo che le forze centrali sono come i quadrati degli archi descritti in un dato tempo, divisi pei rispettivi diametri di quei tali cerchi; dimanieracchè supponendo che i due corpi uguali A, *a*, si rivolgano uniformemente intorno a' cerchi disuguali A B E, *a b e*; la forza centrale del primo sarà a quella del secondo, come il quadrato di A B diviso per A E, al quadrato di *a b* diviso per *a e*. Affin di rimanere pienamente persuaso di una tal verità, suppongasi che i due corpi A, *a*, nel primo istante infinitamente picciolo del loro movimento, descrivano gli archi nascenti A B, *a b*. Abbiam veduto nel §. 164, che gli spazj trascorsi da questi due corpi per virtù delle forze centrali, vengono espressi dalle perpendicolari alle tangenti, C B, *c b*. Per la qual cosa essendo i corpi uguali, ed il moto uniforme, siccome abbiam supposto da principio; i movimenti saranno tra loro come C B a *c b*, che sono gli spazj descritti; nella qual ragione saranno benanche le forze, da cui siffatti moti sono stati prodotti. Tirando da' punti B, *b*, le rette B D, *b d*, parallele alle tangenti A C, *a c*; le porzioni A D, *a d*, del diametro essendo uguali

Tav. I. Fig. 6.

uguali a CB, $cb$, prender si potranno in lor vece. Ma AD, $ad$, sono i seni versi degli archi AB, $ab$; i quali archi per essere nel loro stato nascente, nulla differiscono dalle loro corde; ed oltracciò la natura del cerchio è tale che il seno verso di qualunque arco è uguale al quadrato della corda divisa pel diametro. Dunque le forze centrali de' mentovati corpi A, $a$, venendo espresse da AD, $ad$, saranno tra loro come il quadrato di AB diviso per AE, al quadrato di $ab$ diviso per $ae$, siccome si era proposto; oppure come il quadrato di AB diviso per AF, al quadrato di $ab$ diviso per $a$ F; per essere i diametri tra loro come i raggi.

166. Essendosi l'anzidetto movimento dei corpi A, $a$, supposto uniforme, è chiaro che gli archi descritti in un dato tempo sono tra loro come le velocità de' mentovati due mobili (§. 97). Che però sostituendo cosiffatte velocità agli archi AB, $ab$; le forze centrali saranno nel detto caso come il quadrato della velocità del corpo A diviso per AE, al quadrato della velocità del corpo $a$ diviso per $ae$.

167. Movendosi un corpo per una curva qualunque per virtù di una forza, che tenda costantemente ad un punto, che sia dentro di quella, come ad un centro; se da' varj punti degli archi di quella curva, ne' quali il mobile successivamente si ritrova, si ti-

rino

rino altrettante linee rette, che vadano ad unirsi in quel centro (alle quali dassi la denominazione di *raggi vettori*); i vani, o sia le aje contenute ne' triangoli mistilinei così formati saranno proporzionali ai tempi impiegati dal mobile per descrivere i detti archi; viene a dire, *che le aje descritte dal raggio vettore nelle accennate circostanze, saranno proporzionali ai tempi.* Suppongasi perciò che il mobile A venga projettato lungo la retta A C con una forza tale, che possa descrivere lo spazio A B nel primo istante di tempo infinitamente piccolo. In tal caso passando il raggio vettore da R A in R B, descriverebbe l'aja A R B nel tempo indicato. Or egli è chiaro che se una tal forza di projezione si lasciasse operare con libertà, il mobile A in virtù della rapportata prima legge di moto (§.135) trascorrerebbe nel secondo istante la retta B C uguale ad A B; e quindi il raggio vettore descriverebbe l'aja B R C uguale ad A R B; imperciocchè avendo questi due triangoli le loro basi A B, e B C uguali, ed oltracciò la comune altezza R X; sono uguali tra essi. Ma poichè vien egli nel tempo stesso tratto giù verso R dalla forza centripeta (che supporremo uguale a B S); sarà conseguentemente obbligato a descrivere la retta B D, diagonale del parallelogrammo descritto colle rette B S, B C, che rappresentano la direzione, e l'energia delle forze

Tav. I. Fig. 7.

ze componenti; ond' è che il raggio vettore descriverà l'aja B R D in luogo di B R C; le quali aje sono parimente tra se uguali, come due triangoli, che poggiando sulla stessa base B R, trovansi collocati fra le due rette parallele B R, e C D. Per la qual cosa l'aja descritta dal raggio vettore nel primo istante, uguaglierà quella descritta nel secondo. Proseguendo così a dimostrare, si rileverà che mentre il mobile descrive le rette A B, B D, D F, ec., che sono gli elementi infinitamente piccoli della curva, in uguali istanti il raggio vettore va descrivendo le aje uguali corrispondenti RAB, RBD, RDF ec. Dunque quante volte il tempo impiegato dal mobile per descrivere la curva ABDF contiene il tempo da esso impiegato per trascorrere l' elemento A B, tante volte l'aja intera A R F conterrà in se la picciola aja A R B trascorsa dal raggio vettore nel primo istante. Dal che chiaramente si deduce che movendosi un mobile per una curva per virtù di una forza centripeta, i tempi, ch' esso impiega nel trascorrere i diversi spazj curvilinei, sono proporzionali alle aje sottoposte, che possono concepirsi descritte dal raggio vettore. Questa è la prima famosa legge, detta comunemente *Kepleriana*, per essere stata scoperta dal celebre Astronomo Keplero; legge ammirabile, e feconda di conseguenze interessantissime, come in appresso osserveremo.

168. Invertendosi cosiffatta proposizione, non si vien punto ad alterare la sua veracità; dimodochè supponendo che un corpo movendosi lungo una curva intorno ad un punto immobile, ne descriva gli archi in tempi proporzionali alle aje, sarà segno evidentissimo che verrà egli tratto da una forza centripeta verso quel punto. Come in fatti il mobile A, che descrivendo archi in tempi proporzionali alle aje, si trova nel secondo istante nel punto B, dee necessariamente esser tratto verso R secondo la direzione B S parallela a C D, per poter procedere lungo la retta BD; siccome per iscorrere lungo D F, de' esser tratto giù per D Q parallela ad E F; e così in appresso: ciocchè si è ampiamente dimostrato nell' articolo II. della Lezione III., ove si è ragionato del moto composto. Or tutte queste rette BS, DQ, ec. tendono al centro R. Dunque il supposto mobile, che gira intorno a un tal centro, vien tratto verso di quello da una forza centripeta.

Tav. I. Fig. 7.

169. Essendo i vani de' mentovati triangoli uguali tra' loro, ma le basi AB, BD, D F, ec., disuguali, la prima come lato, e le rimanenti altre come diagonali di diversi parallelogrammi; ed essendo dimostrato che basi disuguali di triangoli uguali sono tra loro in ragion reciproca delle altezze; scorgesi ad evidenza, che le basi AB, BD, DF, ec. sono in ragion reciproca delle altezze dei

Tav. I. Fig. 7.

trian-

triangoli A R B, B R D, D R F, ec. Ma le anzidette basi rappresentano la velocità; e le mentovate altezze sono rette perpendicolari alle tangenti di quei determinati punti della curva. Sarà dunque generalmente vero, che *le velocità, con cui il mobile scorre su qualunque parte della curva, sono tra loro nella ragion reciproca delle perpendicolari tirate dal centro fino alle tangenti di quelle parti della curva*; vale a dire che siffatte velocità si fan minori a misura che coteste perpendicolari si allungano, ed a vicenda; siccome vedremo in fatti avvenir nell' ellisse. E poichè le rette tirate dal centro di un cerchio, perpendicolari a' varj punti della sua circonferenza, sono altrettanti raggi dello stesso cerchio, ed in conseguenza uguali; rendesi parimente evidentissimo che un mobile, il quale movendosi in giro, descrive la periferia di un cerchio, trovasi avere uguali velocità in ogni punto di siffatta curva, e conseguentemente si muove con moto uniforme.

170. Non v'ha cosa nel Mondo, ove campeggiar si veggano tanto mirabilmente, e nel lor grande le forze centrali fin quì mentovate, quanto nell'ordine, e nel moto dei corpi celesti, i quali per la sola virtù di quelle, quasichè sospesi alla cerulea volta del Cielo, eseguono con portentoso artifizio il regolare lor corso intorno al centro dell'Universo. Laonde ne faremo scorgere l'uso mirabile, quando ne faremo l'applicazione al moto degli Astri.

# LEZIONE IV.

## *Della terza legge del Moto, e quindi della Dinamica.*

### ARTICOLO I.

### *Della terza legge di Moto.*

171. La terza, ed ultima Legge del Moto, che dall'*Inerzia* dipende, si è, che *l' azione è sempre uguale, e contraria alla riazione*; cioè a dire, che qualora un corpo fa uno sforzo contro di un altro affin di rimuoverlo dal suo stato di quiete, oppur di movimento; quest' ultimo si sforza ugualmente di resistergli per la parte contraria; dimodochè lo sforzo del primo viene interamente distrutto dallo sforzo contrario del secondo; e questo non si mette in moto, se non se in virtù dell' eccesso della forza, che rimane al primo corpo, che agisce, dopo di aver superata la resistenza dell'altro. Siccome i giovani principianti sogliono durar fatica a comprender pienamente una tal verità, immaginandosi ch' essendo l' azione sempre *uguale*, e *contraria* alla riazione, non dovrebbe seguirne giammai veruno effetto, attesochè le forze uguali, e contrarie distruggonsi a vicenda; m' ingegnerò di porla brevemente in chiaro nel miglior modo possibile.

172.

172. Per far ciò basterà il badar seriamente che per nome di *azione* non vuolsi intender tutta la forza, che un corpo possiede quand' opera, ma bensì quella porzione di forza, che esso impiega per superar la resistenza dell'altro. Questa, e non quella dicesi uguale alla riazione nella Legge testè mentovata. Un cavallo, per esempio, che avendo 30 gradi di forza, è impegnato a tirare una vettura, che resiste come 20, non impiega tutta la sua forza per superare una tal resistenza; v' impiega bensì l' azione di 20 gradi, che si uguaglia alla resistenza medesima, da cui conseguentemente la detta azione viene affatto distrutta; e se malgrado questa perdita, egli tira la carrozza, ciò segue in virtù de' 10 gradi di forza, che gli sopravanzano per arrivare a 30, siccome abbiam supposto. Dal che manifestamente si scorge che la forza è soltanto proporzionata alla resistenza, ma non uguale a quella, siccome di fatti è l'azione.

173. La legge, di cui si ragiona, si è rilevata da un infinito numero di osservazioni, e di esperimenti; e si avvera non solamente nelle scambievoli attrazioni de' corpi, ma eziandio negli urti, che gli uni ricevono dagli altri. Per ciò che riguarda le attrazioni scambievoli, è cosa agevolissima il restar convinto che l' azione è sempre uguale, e contraria alla riazione. Come in fatti

se tenendo sospesi a due fili un pezzo di Calamita, ed un pezzo di ferro di ugual peso, e a tal distanza l'un dall'altro, che l'attività della Calamita si possa estendere fino a quella; tostochè ambidue si lasceranno in libertà, si accosteranno a vicenda in direzioni contrarie, trascorrendo ciascheduno spazj uguali; la qual cosa indica che l'azione, ossia la quantità di moto nell'uno è uguale alla riazione, ossia alla quantità di moto nell'altro; essendo le quantità di moto come i prodotti delle loro masse, e velocità (§. 112), che abbiam detto essere uguali. Che se il peso della Calamita fosse a quello del ferro come 3 ad 1; in tal caso, affinchè le quantità di moto, ossia l'azione, e riazione, fossero uguali, bisognerebbe che le loro velocità fossero in ragion reciproca delle loro masse (§. 114); cioè a dire che la velocità della Calamita, che pesa come 3, fosse come 1; e quella del ferro, che pesa come 1, fosse come 3. Così di fatti addiviene; imperciocchè tenendoli sospesi a fili nel modo anzidetto, qualora saranno lasciati in libertà, si accosteranno a vicenda; ma con legge tale, che se la distanza tra essi compresa sia di quattro pollici, la Calamita ne trascorrerà uno, e 'l ferro tre.

174. Per dimostrar poi che siffatta Legge si verifica ugualmente nell'urto de' corpi, uopo è rapportare quì le Leggi della Dina-

namica, le quali per altro dall'uguaglianza, e contrarietà dell' azione, e riazione, immediatamente dipendono.

175. Quì mi sembra molto a proposito il premettere che molti Filosofi si sono affaticati d'investigare qual sia la natura del moto, e come possa un corpo comunicare ad un altro il suo movimento: ma non è riuscito ad alcuno di essi di giugnere al suo proponimento; nè a parer mio vi si giugnerà giammai. I principj primitivi, ond'è regolato il mondo, saranno sempre ignoti all'uomo, com'è l'essenza de' corpi; e può ben trarsi a questo proposito l'eterna verità pronunziata dall'Ecclesiaste: *Cuncta* (Deus) *fecit bona in tempore suo, et mundum tradidit disputationi eorum, ut non inveniat homo opus, quod operatus est Deus ab initio usque ad finem* (Cap. III. vers. 4.). Io son d'avviso che il grande arcano della comunicazione del moto vada di pari passo con quello della forza di gravità; e che siccome è più confacente alla ragione il supporre che la forza di gravità sia stata impressa ai corpi dall'infinita Sapienza del Creatore (§. 82) per farli corrispondere ai suoi alti fini nel regolamento dell'Universo, così pure è ragionevole l'immaginare ch'Ella abbia dotato i corpi stessi della facoltà di comunicarsi l'un all'altro il proprio movimento, senza che la mente umana ne possa concepire il modo.

## ARTICOLO II.

### *Della Dinamica.*

176. Quella parte della Fisica, in cui si espongono le dottrine riguardanti la velocità, e 'l moto, che i corpi in generale si comunicano per via della percossa, dicesi *Dinamica*, dal greco vocabolo δυναμις, che significa *potenza*. Quantunque Cartesio fosse stato il primo, che si avvisò di stabilire siffatte leggi, tuttavolta però essendo state le medesime riconosciute erronee, dobbiam esser grati ai celebri Matematici Giovanni Wallis, Cristoforo Wren, e Cristiano Hugenio, per averci somministrate le vere; essendosi dato l'accidente che i due ultimi le inventassero contemporaneamente, senza comunicarsi l'un all'altro le proprie idee. Or siccome queste leggi riguardano i corpi molli, e gli elastici; e quelle de' primi differiscono in parte da quelle de' secondi; così ragion vuole che se ne tratti quì separatamente. Cominceremo dunque dall' esame di quelle che si rapportano ai corpi molli, ossia a quelli, che agevolmente si comprimono, e si schiacciano in virtù della percossa; e che schiacciati che sieno, non avendo l' efficacia di ritornare allo stato di prima, in se ritengono quella tal compressione; appunto come vediam seguire nella creta molle, nel sego, nella cera, ed in altri corpi di simigliante natura.

177.

177. Vuolsi quì preventivamente avvertire che tutti questi sperimenti, non altrimenti che quelli che han rapporto a' corpi duri, ed elastici, si eseguono con somma semplicità, ed in un modo assai dilettevole per mezzo di una Macchina elegante inventata dal Signor Mariotte. Noi, ad oggetto di renderla scevera dal sostegno, e dalla complicazione del meccanismo, ne abbiam trascelta la parte essenziale, come scorgesi nelle Figure 21 e 22 della Tav. III. Cotesta parte riducesi a palle di creta molle pe' corpi molli, ed a palle d' avorio pe' corpi elastici, sospese a fili pendenti da sottili caviglie conficcate in cima alla Macchina, talchè si possano liberamente muovere. Allora scegliendole di quella grandezza, che la diversità de' casi richiede; e dando loro la necessaria velocità che a siffatti casi corrisponde col farle cadere da differenti altezze lungo una curva, qual sarebbe F A, come scorgesi dall' annessa Figura; si potranno agevolmente risolvere tutti i casi possibili. A dir vero cotesta Macchina farebbe assolutamente mestieri che si ponesse in uso insegnando le leggi della Dinamica; dovechè leggendole in astratto, forzano in qualche modo l' immaginazione. Per tal motivo, trattandosi quì di Fisica sperimentale, tralasceremo di discendere all'esame di alcuni casi particolari, che per mezzo della Macchina suddetta, e coll'ajuto delle leggi, che sarem per dichiarare, possonsi ri-

Tav. III. Fig. 21. 22.

Tav. III. Fig. 21.

risolvere con grande facilità, e con sommo diletto (*a*).

178. Fa mestieri soggiungere in secondo luogo, che non essendo nè le palle di creta *perfettamente* molli, nè quelle d'avorio *perfettamente* elastiche, il risultamento dell'esperienze, che riguardano l'urto d'entrambe le spezie di corpi, non è che prossimamente d'accordo colle leggi mentovate. Di fatti i Fisici, trattandosi della Dinamica, suppongono rimosse tutte le resistenze d'ogni sorta, e finanche la forza di gravità; e fanno uso di palle sull'idea che il centro di gravità sia nel centro di esse.

## ARTICOLO III.

### *Delle Leggi generali, che si osservano nell'urto de' Corpi molli.*

179. Affin di procedere su ciò ordinatamente, sarà cosa ben fatta lo stabilire prima di tutto una Proposizione generale, da cui possiam trarre poscia de' lumi per lo stabilimento de' casi particolari. Questa Proposizione si è, che *qualora due corpi molli*,

(*a*) Questa Macchina può ottenersi facilmente da Parigi nel Negozio del Sig. Pixii, ove si vende bella e completa di tutto l'apparecchio, che fa d'uopo per eseguire ogni sorta di sperimenti di tal genere, pel tenue prezzo di duc. 34 di Regno.

*li, essendo in moto, vengono ad urtarsi l'un l'altro; se il loro movimento è cospirante, cioè a dir che si fa nella medesima direzione; la somma de' moti, ch' essi aveano prima dell' urto, ripartita in due parti proporzionali alla loro massa, esprimerà il moto rispettivo di ciascun corpo dopo l' urto: laddove il loro movimento essendo opposto, ossia in direzioni contrarie; il detto moto rispettivo dopo l' urto sarà espresso dalla differenza de' suddetti due moti primitivi, ripartita nel modo accennato.*

180. Supponiamo nel primo caso della Proposizione, che due corpi molli A, e B, le cui masse sieno come 2 ad 1, movendosi nella medesima direzione AB, l'un con 12, e l'altro con 9 gradi di moto, vadano ad urtarsi scambievolmente. La somma di 12, e 9, che sono le quantità de' loro movimenti prima dell'urto, è 21: la massa di A essendo a quella di B come 2 ad 1, indica, che diviso il moto intero nella stessa proporzione, A ne avrà due parti, cioè 14, e B il rimanente, o sia 7; e conseguentemente che dopo l'urto il corpo A si moverà con quattordici gradi di moto, e B con sette. Eccone la ragione.

Tav. III. Fig. 18.

181. Dato che il corpo A inseguisca l'altro B, e nell' urto gli comunichi cinque gradi di moto: il corpo B riagendo da B verso A, comunicherà eziandio al corpo A cin-

Tav. III. Fig. 18.

cinque gradi di moto, per dover essere la riazione uguale, e contraria all'azione. Ma il moto del corpo A è diretto da A verso B: dunque perderà egli cinque gradi di moto; e perciò quel moto, che ha acquistato il corpo B, lo ha perduto il corpo A; e quindi non ostante la percossa, resta in cotesti corpi la medesima quantità di movimento. Or essendo eglino molli, cioè a dir che compressi una volta non riacquistano di bel nuovo la loro figura; moverannosi unitamente dopo l'urto colla medesima velocità, come se formassero un corpo solo. Ma le velocità essendo uguali, le quantità di moto sono come le masse (§. 117). Dunque avendo il corpo A la massa come 2, e B come 1, competeranno ad A due porzioni di cotesto moto totale, ed a B una sola, appunto come si è già stabilito nella riferita Proposizione.

Tav. III. Fig. 18.

182. Che se poi questi due corpi si andassero a percuotere in direzioni contrarie; in tal caso della differenza de' loro moti primitivi, ch'è 3 (differenza tra 9, e 12), assegnandone due parti ad A, ed una a B, come si è praticato di sopra (§. 180); si troverà che dopo l'urto il corpo A si moverà con due gradi di moto, e B con uno. Imperciocchè movendosi A verso B con 12 gradi di moto, e B verso A con 9; ne avverrà che A dovendo impiegare l'azione di 9 gradi per controbilanciare la riazione

di

di B, dovrà perdere 9 gradi del suo movimento, per essere i moti contrarj, e per conseguenza distruttivi l'un dell'altro: sicchè dopo l'urto non gliene resteranno, che soli tre gradi. Per la ragione stessa il corpo B resterà privo di tutta la quantità di moto, che prima possedeva, dovendola tutta impiegare nel riagire contro A, che lo percuote con 12 gradi di forza. Ma ciò non ostante, questi due corpi muovonsi unitamente nella stessa direzione dopo l'urto. Uopo è dunque affermare che si muovano col residuo del moto del corpo A; cioè a dire con soli tre gradi di forza, ch'era la differenza de' moti prima della percossa. Ma nell'atto che si muovono nella medesima direzione, muovonsi eziandio colla stessa velocità. Dunque convien dire, per la ragione esposta di sopra (§. 181), che siffatta differenza siasi ripartita tra loro in proporzione della quantità della materia: ciocchè farà sì, che il corpo A si moverà con due gradi di moto, e B con uno.

183. Da questi fatti chiaramente si scorge che qualora due corpi vengonsi ad urtare nella medesima direzione, la loro quantità di moto non si accresce, nè si diminuisce, essendo la medesima e prima, e dopo la percossa: laddove per lo contrario urtandosi in direzioni opposte, una buona parte del moto si perde, talchè non rimane, se non se l'eccesso del moto dell'uno

al

al di sopra del moto dell' altro. Per la qual cosa fuor di ragione avvisossi Cartesio serbarsi sempre nell'Universo la medesima quantità di moto, senza che se ne distrugga giammai la menoma parte (*a*).

184. Ciò premesso, egli è cosa agevolissima l'acquistare una piena intelligenza dei casi particolari, che occorrer sogliono in proposito di urto scambievole di corpi. Or questi casi ridur si possono ragionevolmente al numero di quattro. Imperciocchè in primo luogo può accadere, che in tempo che segue la percossa, uno de' corpi sia in riposo: 2.° possono muoversi ambidue secondo la medesima direzione: 3.° può darsi che si muovano entrambi in direzioni opposte,

(*a*) I Cartesiani sostengono che la quantità di moto impressa dall'Autor della natura ai corpi dell'Universo fin dal principio della loro creazione non si distrugga giammai neppure in menoma parte, e che altro non faccia che passare da un corpo all'altro, e quindi che si conservi costantemente nel mondo la stessa quantità di movimento. I Newtoniani al contrario, dopo un maturo esame delle leggi, e degli effetti naturali, sono d'avviso, e con ragione, che la suddetta quantità di moto si disperda, e si consumi in molti casi; e che poi si rinnovelli per virtù di qualche principio attivo, qual sarebbe la forza di gravità, che mantiene in moto tutt'i corpi sì celesti come terrestri, l'azione del calorico, l'elasticità, l'azione delle macchine animali, ed altre di tal natura.

ste, e con uguali quantità di moto: 4.° finalmente le direzioni, in cui si muovono, possono essere opposte, come nel caso antecedente, ma le quantità di moto disuguali. Cerchiamo di esaminar partitamente ciaschedduno di questi casi: e poichè ciò che s' intende di rintracciare per rapporto ai medesimi (tranne la direzione), consiste nel determinare la comune velocità, che i corpi avranno dopo l'urto; come altresì la quantità di moto, che l'uno comunica all'altro; affin di procedere con quell'ordine che si conviene, ragioneremo prima della velocità in ciaschedun caso, e poi della quantità di moto in cadauno di essi. Vuolsi premetter soltanto che l'urto, di cui si ragiona, si suppone esser *diretto*. Urto diretto dicesi quello, che facendosi in una direzione perpendicolare al piano tangente de' corpi, che si urtano, nel punto del contatto; e passando pe' loro centri di gravità (*a*), li determina a muoversi in quella stessa *direzione*. Dell' urto *obbliquo* ne ragioneremo poscia separatamente.

AR-

(*a*) Del centro di gravità parlerassi nel luogo opportuno. Qui fa d' uopo solamente indicare che trattandosi di corpi omogenei, e sferici, come sono le palle d' avorio, il centro di gravità è lo stesso che il centro della figura, ossia della palla.

## ARTICOLO IV.

### *Della comune Velocità de' Corpi molli dopo l'urto.*

#### LEGGE DEL CASO I.

185. *Se un corpo in moto va ad urtare un altro, che sia in riposo; seguìto l'urto, si moveranno entrambi nella medesima direzione con una comune velocità: la quale, nel caso che i corpi sieno uguali, sarà la metà di quella, che il corpo in moto avea prima dell' urto; laddove essendo i corpi disuguali, sarà tanto minore di quella, che il corpo in moto avea prima di percuotere, di quanto la somma di tali corpi eccede la massa del corpo, ch' era in moto innanzi l' urto.*

Tav. III. Fig. 19.

186. Per la qual cosa il corpo A di due libbre di peso, andando con 12 gradi di velocità a percuotere il corpo B anche di due libbre, che stia in riposo; si moveranno ambidue nella medesima direzione BC, e colla medesima velocità dopo l' urto: e questa comune velocità sarà in ciascheduno di essi uguale a 6, ch' è la metà di 12, cioè a dire della primitiva del corpo A, ch'era in moto innanzi la percossa.

187. Che la direzione, e la velocità debbano esser le medesime dopo l' urto, è una conseguenza della prima legge del Moto (§. 155),

( §. 133 ), e di ciò, che si è detto nel §. 181. Che la comune velocità debba esser 6, si deduce dalla Proposizione generale (§. 179). Imperciocchè dovendosi la somma delle quantità di moto esistenti prima dell' urto, ripartire dopo di quello in proporzione delle quantità di materia in A, e B; essendo i detti corpi uguali, la mentovata quantità di moto si ripartirà metà nell' uno, e metà nell' altro. Ma poichè la quantità di moto in un corpo abbiam veduto (§. 113) essere il prodotto della propria massa moltiplicata per la sua velocità; se il momento di A si è ridotto alla metà dopo l' urto, bisogna dire che anche la sua celerità sia scemata della metà: sicchè se prima dell' urto ella era di 12 gradi, dopo di quello si è ridotta a 6. Ma la velocità di B è la stessa di quella di A: dunque è cosa indubitata che la velocità comune è di sei gradi in ciascheduno.

Tav. III. Fig. 19.

188. Ma se A in vece di essere ugnale a B, ch' è di due libbre, fosse maggiore, o minore, (supponiam di quattro libbre); allora la comune velocità dopo l' urto sarebbe di 8 gradi. Imperciocchè la somma di A, e di B, sarebbe 6 libbre; ed 8, ch' è la velocità comune dopo l'urto, è d'un terzo minore di 12, ch' è la velocità di A innanzi l' urto, appunto come 6, ch' è la somma delle masse, eccede d' un terzo 4, ch' è la massa di A (§. 185).

Tav. III. Fig. 19.

189. *Qualora due corpi, essendo entrambi in moto nella stessa direzione, vanno ad urtarsi; seguito l'urto, continueranno ambidue a muoversi nella direzione medesima, e con una comune velocità; la quale verrà espressa dal quoziente, che nasce dividendo la somma de' loro moti per quella delle loro masse.*

190. Per ritrovare in questo caso la comune velocità dopo l'urto, e quando i corpi sono uguali, e quando disuguali, non si ha a far altro, come si è detto, se non che dividere la somma de' loro moti primitivi per la somma delle loro masse; poichè il quoziente esprimerà la loro velocità comune. Per la qual cosa il corpo A di 6 libbre andando con 12 gradi di moto ad urtare il corpo B (supponiamo di ugual massa), che si muova nella stessa direzione BC con 6 gradi di moto; la velocità comune dopo la percossa sarà di un grado e mezzo, per esser questo il quoziente di 18 (somma dei moti 12, e 6) diviso per 12 (somma delle masse 6, e 6). Di fatti movendosi A, e B unitamente dopo l'urto colla medesima velocità, riguardar si possono come se fossero un corpo solo: e poichè la velocità di un corpo rilevasi, come abbiamo altrove insegnato (§. 118.), col dividerne la quantità di moto per la massa; chiaro si scorge, che

Tav. III. Fig. 19.

che dividendo per la massa comune, ossia per la somma di A, e B, la loro quantità di moto, che abbiam detto (§. 183) esser la medesima, sì prima, come dopo dell'urto; il quoziente dovrà esprimere la comune velocità.

### Legge del III. e IV. caso.

191. *Se due corpi, che si urtano in direzione contraria, hanno uguali quantità di moto; se sono uguali, le perderanno interamente, e resteranno in riposo dopo l'urto. Se poi le quantità di moto sono disuguali, dividendo la differenza de' loro moti per la somma delle masse, il quoziente esprimerà la loro comune velocità dopo l'urto.*

192. Che ciò seguir debba così, è agevolissimo il provarlo. Movendosi i corpi per contrarie direzioni, debbono muoversi dopo l'urto colla differenza de' moti, ch' essi avevano prima della percossa, giusta la Proposizione generale (§. 179); ma supponendosi che A, e B si vadano ad incontrare con uguali quantità di moto, cotesta differenza non esiste: è chiaro dunque che resteranno essi in riposo dopo l' urto. Questo risultamento avrebbe luogo parimente qualora i corpi essendo disuguali, le loro velocità fossero in ragion reciproca delle loro masse, attesochè in tal caso le loro quantità di moto sarebbero uguali. Nel caso poi

che le quantità di moto di A, e B sieno disuguali; allora tutta la loro quantità di moto dopo l'urto riducendosi alla differenza de' moti, ch' essi aveano prima dell' urto, è manifesto che dovranno eglino muoversi unitamente secondo la direzione di quel corpo, che la possiede. Sicchè per ritrovare in tal caso la comune velocità, non si ha a far altro, se non se dividere l'accennata differenza, ch' è la somma de' moti dopo l'urto, per la massa comune, ossia per la somma delle masse di A, e B; poichè il quoziente vi darà la velocità, che si cerca. Quindi il corpo A del peso di 4 libbre, andando con 20 gradi di moto ad urtare il corpo B del peso di due libbre, che con 8 gradi di moto va anch' esso ad urtare il corpo A in direzione contraria; ne avverrà che seguìto l'urto, si moveranno entrambi nella direzione di A (la cui quantità di moto era maggiore) con dodici gradi di moto soltanto, ch' è la differenza tra 20, ed 8; e la comune velocità dopo l'urto sarà di 2 gradi, ch' è il quoziente, che nasce dividendo la detta differenza 12 per 6, ch' è la somma di 4, e 2 libbre.

Tav. III. Fig. 20.

AR-

## ARTICOLO V.

*Della Quantità di moto, che i Corpi molli si comunicano nell' urto.*

193. La comune velocità de'corpi dopo la percossa, rilevata per mezzo delle Regole finora proposte, ci somministra un modo agevolissimo per poter determinare la quantità di moto, che uno de' corpi comunica all' altro in occorrenza di urto. Affine di non dipartirci dall'ordine seguito nel rintracciare le velocità, incominceremo dal primo caso già proposto di sopra.

### LEGGE DEL CASO I.

194. *Se un corpo in moto va ad urtare un altro, che sia in riposo; la massa di quest' ultimo moltiplicata per la comune velocità dopo l' urto, darà nel prodotto la quantità di moto comunicatagli dal primo.*

195. Per la qual cosa essendo nel caso del §. 186 il corpo B del peso di due libbre in riposo; e la velocità comune dopo l'urto essendosi rilevato esser di sei gradi; la quantità di moto comunicatagli da A, sarà di 12 gradi, ch'è il prodotto di 6 moltiplicato per 2. Del che eccone la ragione. Poichè il corpo B era in quiete prima dell'urto, è cosa evidente che la quantità di moto, che possiede, gli è stata tutta parte-

Tav. III. Fig. 19.

tecipata dal corpo A. Dunque moltiplicando la massa di B per la comune velocità, il prodotto non può esprimere, se non se la quantità di moto comunicatagli da A.

196. Riducendosi alla memoria ciò, che si è stabilito nella Proposizione generale; cioè a dire, che il moto partecipato da un corpo ad un altro per via dell' urto, si ripartisce in quelli in proporzione della loro massa; potrà facilmente comprendersi; 1.° che qualora il corpo, che urta, è maggiore di quello, ch'è in riposo, gli partecipa meno della metà del suo moto: 2.° che gliene comunica la metà qualora sono ambidue uguali; e finalmente, che gliene comunica più della metà quando il corpo in quiete è maggiore. Che se poi la proporzione del corpo in riposo fosse infinitamente grande per rapporto all' altro, che l' urta, siccome accaderebbe quando il primo fosse del tutto immobile; in tal caso il corpo che lo percuote, gli comunicherebbe tutto il suo moto, e quindi si porrebbe in riposo. Imperciocchè essendo la massa del primo infinita rispetto a quella del secondo; infinita esser dee benanche la quantità di moto, che a quello si comunica, dovendosi la medesima ripartire, siccome abbiam detto, in proporzione delle masse. Ma cotesta quantità di moto nel corpo, che urta, è finita. Dunque non si può rendere infinita, comunicata che sia al corpo in riposo, se non se

se col restarne del tutto privo il corpo, ch'era in moto; giacchè il nulla ha una infinita proporzione con qualunque quantità finita.

### LEGGE DEL CASO II.

197. *Urtandosi due corpi, i quali moveansi entrambi nella medesima direzione; se la massa del corpo, che precede, si moltiplichi per la comune velocità dopo l'urto, e da tal prodotto si sottragga il moto, ch'egli avea prima dell'urto; il residuo esprimerà il moto comunicatogli dall'altro.*

198. Per la qual cosa nel caso del §. 190, essendo la massa del corpo B, che precede, del peso di sei libbre; e la comune velocità dopo l'urto essendo di un grado e mezzo; il prodotto di questi due numeri sarà 9. E poichè da 9 sottraendo 6, ch'è il moto di B prima dell'urto, si ha 3 per residuo; ci si rende manifesto che il moto comunicatogli da A, è di soli tre gradi. Ecco il perchè. Il prodotto, che nasce dalla moltiplicazione della massa del corpo B per la comune velocità, esprime tutta la quantità di moto, ch'egli possiede dopo la percossa. Se dunque da siffatta quantità si tolga quella, ch'egli avea prima dell'urto, il residuo dovrà necessariamente esprimere il moto acquistato dopo di quello.

Tav. III. Fig. 19.

LEGGE DEL CASO III.

199. *Se due corpi vansi ad urtare scambievolmente in direzioni contrarie con uguali quantità di moto; il movimento, che si comunicano a vicenda, uguaglia quello, che ciascuno di essi avea prima dell'urto.*

200. Questo caso non ha bisogno di spiegazione. Imperciocchè cotesti due corpi restando in riposo dopo la percossa (§. 191), indicano che le quantità di moto comunicatesi a vicenda sono uguali tra loro, e sono la somma de' moti, che ciascheduno possedea prima dell'urto; altrimenti non si sarebbero eglino potuto distruggere interamente.

LEGGE DEL CASO IV.

201. *Qualora movendosi due corpi in direzioni contrarie, vansi ad urtare scambievolmente con quantità di moto disuguali; se la massa del corpo, il cui moto è minore prima dell'urto, si moltiplichi per la comune velocità dopo la percossa; e poi si aggiunga al prodotto il moto, ch'egli avea prima dell'urto; la somma esprimerà la quantità di moto comunicatogli dall'altro.*

202. Per la qual cosa nel caso del §. 192 essendo la massa del corpo B (il cui moto è minore) del peso di due libbre; e la comune velocità dopo l'urto essendo di due gradi; il prodotto di questi due numeri sa-

Tav. III. Fig. 20.

rà 4. E poichè 4 aggiunto ad 8, ch' è il moto posseduto da B prima dell' urto, la somma è 12; si vien chiaramente a rilevare che il moto comunicato a B da A nell' atto della percossa è di dodici gradi. Per poter comprendere la ragione di una tal verità, uopo è ricordarsi che il corpo B, seguìto che sia l' urto, cambia la sua primiera direzione, e si muove in quella di A (§ 192). Or questo non può accadere, senza che il corpo A comunichi a B una tale quantità di moto, che non solamente pareggi gli 8 gradi del moto primitivo di quello, affin di potergli distruggere, per essere in direzione contraria; ma sia sufficiente nel tempo stesso a spignere col suo residuo il medesimo corpo B nella nuova direzione. Sicchè il moto comunicato da A a B in tal caso, dovrà essere uguale al moto distrutto in B, ed a quello, con cui B si muove dopo l' urto nella direzione di A. Il moto distrutto in B è uguale à quello, ch'egli possedeva prima dell'urto; e'l moto, con cui lo stesso B si muove dopo la percossa, si rileva con moltiplicare la sua massa per la comune velocità (§. 113). Dunque la somma di un tal moto, e del moto primitivo di B, esprimerà tutta la quantità di moto, che gli è stata comunicata.

203. Or porta quì il pregio di badare, che tutte le Leggi finora esposte relativamente all' urto de' corpi molli, si possono

ap-

applicare ugualmente ai corpi duri, o vogliam dire a quelli, che non si possono schiacciare in verun modo, e che qualora la percossa fosse molto poderosa, si rompono in pezzi piuttosto che comprimersi. Un esempio di tal genere ci vien somministrato dal cristallo, dal vetro, e da altri corpi simiglianti; quantunque sembri che non vi sieno corpi in Natura, i quali dir si possano perfettamente duri, siccome si è già detto de' molli (§. 178).

## ARTICOLO VI.

### *Dell' urto de' Corpi elastici.*

204. Niuno ignora che per *corpi elastici* intendonsi quelli, la cui massa, quantunque venga a cedere, e si schiacci per via dell'urto, tuttavolta però risalta fuori immediatamente, e si restituisce di bel nuovo nel suo stato primiero. Questa proprietà conviene a quelle sostanze, le cui molecole posseggono tal grado di affinità fra di loro, che quantunque obbligate a discostarsi l'una dall' altra *entro a certi limiti* da una forza esteriore, pure conservano una vigorosa tendenza a rientrar di bel nuovo nel naturale loro stato, in cui si trovavano. Perciò una lamina distesa di acciajo, ch' altri voglia curvare con forza a forma di un arco, lasciata che sia in libertà, torna a disten-
der-

dersi immantinente come la era in prima.

205. Facciasi cader dall'alto una palla d'avorio, oppur di acciajo temperato, sovra un piano di marmo, od anche di acciajo ben levigato, e fermo, unto leggermente di olio. Tostochè la palla ne sarà stata rimbalzata, troverassi sul piano una impressione di alcune linee in diametro, che darà chiaro argomento d'essersi la palla schiacciata nell'atto della percossa, non potendo altrimenti la sfera toccare il piano, che in un punto solo. Non si richiede molta riflessione per comprendere che un tal risalto, o restituzione nello stato primiero, che dir si voglia, si fa in direzione contraria a quella, secondo cui si è fatta la compressione; e che la forza, onde le parti compresse risaltano fuori nella situazione di prima, esser dee necessariamente uguale alla forza, che cagiona la compressione; poichè altrimenti non potrebbero quelle ritornare esattamente nella situazione, in cui erano prima dell'urto. Per la qual cosa nell'urto de' corpi elastici succede un doppio sviluppo di forza; cioè a dire, uno nell'atto della compressione, ed un altro uguale, e contrario nell'atto del risalto. Dal che si deduce ad evidenza che in caso di percossa di corpi elastici, quello, che comunica il moto, se ne priva di una quantità doppia di quella, che perderebbe se ambidue fossero molli; poichè col risalto ne comunica una quantità uguale a quel-

quella, che ha comunicato nell'atto della compressione. Per la ragione medesima il corpo a cui il detto moto si comunica, ne riceve una quantità doppia di quella, che riceverebbe se entrambi fossero molli. Che però le leggi, che la Natura osserva nell'urto de' corpi elastici, quantunque sieno nel fondo le medesime, che abbiam osservate nell'urto de' corpi molli, pure veggonsi differire da quelle per cagion della parte, che vi prende l'elasticità. Per determinare adunque le quantità di moto possedute dai corpi elastici dopo l'urto, sì quando si muovono nella stessa direzione, come in parti contrarie, od anche se uno di essi stia in riposo, abbiasi per Regola generale *che convien prima riguardare cotesti corpi come se fossero molli, e ritrovare la quantità di moto di ciascuno dopo l'urto secondo la Regola proposta nel* §. 179: *indi la quantità di moto comunicata dal corpo, che dà l'urto, sottratta dal moto, ch'egli ha dopo l'urto; il residuo esprimerà il moto, che gli rimane poscia che l'urto è seguìto, considerandolo come corpo elastico; siccome aggiunta alla quantità di moto spettante al corpo urtato, si avrà nella somma il moto dell'altro corpo dopo la percossa, riguardato similmente come fornito di elasticità.* Imperciocchè in tal maniera si fa sì, che il corpo, che comunica il moto, ne resti privo di una quantità doppia

di

di quella, che perderebbe nel caso che fosse molle; e l'altro, che lo riceve, ne acquisti il doppio di quello, che acquisterebbe nel medesimo caso; corrispondentemente a ciò, che si è di sopra osservato. Applicheremo questa Regola ai seguenti casi particolari.

### LEGGE DEL CASO I.

206. *Qualora un corpo elastico, ch'è in moto, va ad urtare un altro in riposo di egual massa; il primo comunica al secondo tutto il suo moto, e si pone in quiete.*

207. Di fatti, se il corpo B, ch'è in quiete, ed A, che lo percuote, fossero corpi molli; A comunicherebbe a B la metà del suo moto, per essere uguali in massa (§. 196). Ma essendo ambidue corpi elastici, uopo è sottrarne una ugual quantità da A, ed aggiugnerla a B (§. 204). Dunque A resterà senza moto, e B si moverà con tutto il moto posseduto da A prima dell'urto. Questa tale privazion di moto nella palla, che urta, non si vede succeder talvolta facendone la pruova sul tavoliere di un Bigliardo. Ciò però non distrugge la verità fin quì stabilita; imperciocchè quel piccolo residuo di moto non ha nulla che fare col moto diretto della palla, che si distrugge interamente, ma è provveniente da un certo moto di rotazione intorno al proprio asse, che suolsi imprimere alla palla nell' istante che si percuote.

Tav III. Fig. 19.

Tav. III. Fig. 21.

208. Se invece di esservi una palla in riposo, ve ne fossero molte contigue l'una all'altra, e la prima di queste fosse percossa dalla palla A; resterebbero elleno tutte in riposo al par di A, all'infuori dell'ultima, che staccandosi dalle altre, si moverebbe coll'intera velocità di A, siccome si è detto. La ragione è troppo manifesta; conciossiachè, se invece della serie di palle B, C, D, E, vi fosse la sola B in riposo, questa andrebbe avanti colla velocità di A, che si porrebbe in quiete: ma poichè a B segue C; quest'ultima riceve tutto il moto di B, che dee perciò mettersi anch'essa in riposo. Per la ragione stessa C comunica il suo moto a D, e questa ad E; la quale non avendo avanti a se un'altra palla, a cui comunicar possa il suo movimento, forz'è che si stacchi da D, e quindi proceda verso F con tutta la velocità comunicatale da A col mezzo delle intermedie B, C, D.

209. Potrebbe darsi benanche il caso che vi fossero due palle, che urtano, invece di una. Allora resterebbero tutte in riposo dopo l'urto, eccetto le due ultime, che si moverebbero unitamente coll'intero moto delle due prime. Imperciocchè in tal caso le due palle in moto A, e B, movendosi colla medesima velocità, non danno alcuno impulso l'una all'altra. Sicchè B andando ad urtare C colla sua quantità di moto, farà

Tav. III. Fig. 22.

sì

sì, che questa rimanga in riposo colle altre contigue, e che si stacchi la sola palla F, per procedere verso $f$ coll' intera velocità di B, come nel caso precedente (§. 208). Ma B resterà anch' ella in riposo dopo l' urto: dunque nell' istante medesimo verrà percossa da A, la quale per la ragione stessa si porrà in quiete, e farà staccare la palla E, per procedere verso $f$ coll' intera sua quantità di moto, che le avrà comunicato. In somma, quanto sarà il numero delle palle, che urtano da una parte, altrettanto sarà quello delle palle, che si porranno in moto dall' altra parte; imperciocchè si ripete tante volte il caso del §. 208, per quanto è il numero delle palle, che cagionano la percossa.

240. *Se il corpo in quiete fosse minore di quello, ch' è in moto; quest' ultimo non si porrebbe in riposo dopo l' urto, ma proseguirebbe a muoversi unitamente coll' altro con una minore quantità di movimento.* Imperciocchè essendo B in riposo, minore di A, questo nell' urtarlo gli dovrebbe comunicare meno della metà del suo movimento, qualora fossero corpi molli (§. 196): ma essendo elastici, uopo è che gliene comunichi altrettanto di più. Per la qual cosa il moto, di cui A si priva, essendo minore di due metà, gliene rimane sempre qualche poco, onde proseguire a muoversi dopo la percossa. Sarà poi agevolissimo il de-

Tav. III. Fig. 20.

determinare un tal residuo colla scorta delle Regole proposte, quando sia nota la proporzione delle masse di A, e di B.

211. *L'effetto sarebbe diverso, se B, che è in quiete, fosse maggiore di A. Imperciocchè B allora si moverebbe nella direzione di A; ma quest'ultimo lungi dall'arrestare il suo movimento, o pur dal procedere innanzi con B, verrebbe rimbalzato all' indietro in direzione contraria.* La ragione si è, ch' essendo B maggiore di A, convien che questo comunichi a quello una quantità di moto maggiore della sua metà (riguardandoli come corpi molli (§. 196) : indi dovendosene toglier da A altrettanto di più, a motivo della loro elasticità; si scorge ad evidenza che non solamente dovrà egli comunicare a B tutto il suo moto, ma rimarrà dopo in uno stato negativo, talchè in virtù della ripercossa di A verrà rimbalzato indietro con una quantità di moto uguale al mentovato difetto; e B procederà innanzi, non solamente con tutto il moto comunicatogli da A, ma eziandio con un *di più*, che si uguaglia al difetto medesimo.

212. Diciamolo altrimenti, per render la ragione di cotesto *di più* maggiormente intelligibile. Nell'atto che A del peso di una libbra urta B di due libbre, con 12 gradi di moto; avendo B due parti di materia, ed A una; questo comunicherà a quello due terzi

terzi del suo movimento (§. 181); cioè a dire 8 gradi, nell' istante della compressione. Le parti di B compresse in virtù di due terzi del moto di A, rimbalzeranno fuora di bel nuovo con altrettanta forza (§. 204): ma A avendo comunicato 8 gradi del suo moto nella compressione, non ne ha di residuo che 4; sicchè non può comunicare, se non se questi a B nell' atto del rimbalzo. Che ne seguirà da ciò? Ne seguirà, ch' essendo l' azione uguale alla riazione; ed A urtando B con soli 4 gradi di moto; con altri 4 gradi verrà ripercosso da B. Ma in questo abbiam veduto essersene sviluppati 8 in virtù del risalto: dunque dopo la riazione gli resteranno altri 4 gradi di moto sviluppati dalla elasticità, indipendentemente dai 12 comunicatiglisi da A: ond' è che dopo l' urto si moverà con 16 gradi di moto, che eccede 12 di 4; qual è stato appunto il difetto di A, che nel rimbalzo ha comunicato soli 4 gradi di moto invece di 8.

213. Dalle quali cose è facile il dedurre, che qualora un corpo elastico venisse a comunicare il suo moto ad un altro di se maggiore, per l' interposizione di altri corpi, la cui massa fosse maggiore di mano in mano, risulterebbe in ciascuno di essi gradatamente un accrescimento di moto; talmentechè sarebbe nell' ultimo considerabilmente maggiore che nel primo, da cui si è comunicato. Coll' Analisi sublime poi si

 di-

dimostra, che per ottenere nell' ultimo dei corpi elastici, che compongono la detta serie, la massima velocità possibile, uopo è che la massa de' corpi intermedj vada crescendo in *progressione geometrica*, qual sarebbe quella di 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, ec. Quindi è che supponendo una serie di cento palle elastiche, ciascuna delle quali sia il doppio della sua precedente; la quantità di moto, che si produrrebbe nell' ultima, sarebbe 467700000000 volte maggiore di quella della prima, che lo ha comunicato; siccome è stato dimostrato da Hugenio, e da Bernoulli.

### *Legge del caso II.*

214. Passiamo ora all'altra Legge, colla quale si stabilisce, che *se un corpo elastico in moto vada ad urtare un altro a se uguale, che si muova più lentamente nella medesima direzione; seguìto l'urto, proseguiranno a muoversi ambidue, permutando però a vicenda le loro quantità di moto, e le velocità.*

Tav. III. Fig. 23.

215. Laonde, movendosi il corpo A verso D con 6 gradi di moto; se mai venisse raggiunto, e percosso da B, il cui moto fosse di 12 gradi; dopo l'urto proseguirebbero tutti e due a muoversi verso D, ma con questo divario; cioè a dire, che A si moverebbe con 12 gradi di moto, e B con 6.

6. L'applicazione della Proposizione generale (§. 179) ce ne farà chiaramente intender la ragione. I detti corpi essendo uguali, supponiamo di 4 libbre l'uno, se fossero molli, la somma de' loro moti, ch'è 18, si ripartirebbe ugualmente in ambidue dopo l'urto; sicchè sarebbe in ciascheduno di essi di 9 gradi: e poichè A ne possedeva già 6, uopo è dire, che B gliene abbia comunicato 3. Ora per esser eglino elastici, convien detrarne altri 3 gradi da B, ed aggiugnerli ad A: sicchè a B ne resteranno soli 6, ed A ne avrà 12. Collo stesso metodo dedotto dalle Proposizioni generali già dichiarate ritrovar si possono le quantità di moto, e le velocità, se cotesti due corpi fossero disuguali; ma più facilmente per mezzo della Macchina descritta nel §. 177.

### Legge del caso III.

216. *Qualora due corpi elastici di ugual massa si urteranno scambievolmente in direzioni contrarie con uguali quantità di moto, ambidue rimbalzeranno all' indietro colle stesse quantità di moto, e colle medesime velocità, con cui si saranno incontrati.*

217. Imperciocchè, se fossero corpi molli, i loro moti si estinguerebbero nella compressione, e si porrebbero ambidue in riposo (§. 191). Ma essendo elastici, oltre

al moto distrutto nell'atto della compressione, se ne sviluppa in ciascheduno una uguale quantità nell' atto del rimbalzo in direzione contraria ( §. 204 ). Dunque saranno entrambi obbligati a ritornar indietro dopo l' urto cogli stessi moti , e colle stesse velocità , con cui si sono incontrati.

### *Legge del caso IV.*

218. Finalmente la Legge dell' ultimo caso si è, che *qualora due corpi elastici di ugual massa urtansi scambievolmente in direzioni contrarie , con disuguali quantità di moto, rimbalzano entrambi dopo l' urto, co' moti , e colle velocità permutate.*

219. Per la qual cosa le palle di avorio A , e B , ciascuna del peso di due libbre, urtandosi vicendevolmente in modo tale , che A urti B con 12 gradi di movimento, e B urti A con 9; seguita la percossa , saranno ambedue rispinte all' indietro ; ma B con 12 gradi di moto, ed A con 9. Imperciocchè nel caso che fossero molli, abbiam veduto ( §. 182 ), che i 9 gradi di moto di B, ed altrettanti del moto di A si distruggerebbero nell' urto; e quindi si moverebbero entrambi col residuo di A, ossia con 3 gradi di moto divisi ugualmente tra loro. Che però il moto comunicato a B sarebbe di 10 gradi e mezzo ; somma di 9 già distrutti , e di 1 $1/2$, con cui ella attualmente viene spinta

Tav. III. Fig. 19.

te dopo la percossa. Ma poichè questi corpi sono elastici, esser dee comunicata a B una quantità di moto doppia della quì mentovata; ond'è che converrà sottrarre altri 10 gradi e mezzo dal rimanente moto di A, ed aggiugnerli a B. Il moto rimasto in A non è che di un grado e mezzo: dunque aggiunto questo a' 10 e mezzo di B, ne verrà ella ad aver 12, con cui si moverà nella direzione, che avea A prima dell'urto. Ad A intanto mancheranno 9 gradi di moto, siccome abbiam veduto, per uguagliare i 10 e mezzo, che avrebbe dovuto partecipare nel rimbalzo. Che però ritrovandosi ella in uno stato negativo, dovrà essere respinta indietro con 9 gradi di moto, che si uguagliano appuntino al suo difetto.

220. Che se poi sì le masse, come i moti di coteste due palle saranno disuguali, il loro risultamento dopo l'urto potrà determinarsi colla scorta delle Regole generali (§. 204), e senza alcuna pena per mezzo della Macchina di Mariotte (§. 17?): ciocchè intendasi detto per tutte le leggi della Dinamica.

221. Prima di lasciar questo soggetto vuolsi attentamente badare, che non essendoci in Natura, per quanto si sappia, corpi *perfettamente molli*, o *perfettamente elastici*; le anzidette leggi, che gli riguardano, si approssimano al vero a proporzione che i corpi, con cui si pongono al cimen-

 to,

to, si accostano allo stato della perfetta mollezza, oppur della perfetta elasticità.

222. Gli esperimenti relativi ai corpi elastici sono i medesimi che pei corpi molli (§. 177), colla sola differenza che si praticano con palle di avorio, invece di quelle di creta, come si è fatto osservare.

## ARTICOLO VII.

### *Dell'Urto obbliquo sì de' Corpi molli, come degli elastici.*

223. Vuolsi avvertire che i corpi, o molli, o elastici che sieno, possono urtarsi obbliquamente, invece di darsi un urto diretto, siccome abbiam supposto finora. *Urto obbliquo* dicesi quello, allorchè la linea di direzione, secondo cui i corpi si urtano, non passa pei centri di gravità de' corpi medesimi a simiglianza dell'urto diretto. In tal caso non si percuotono essi che con una porzione della loro forza, la quale determinar si può molto agevolmente col soccorso della Risoluzione del moto, di cui si è già ragionato nel §. 153. Sia di fatti la palla A, che vada ad urtare un'altra B nella direzione obbliqua AE, la quale non passi pel centro di B. Risolvendo AE, ch' esprime nel tempo stesso la forza, e la direzione di A, nelle forze, e direzioni AC, e CE; e compiuto con queste rette il parallelogrammo

Tav. III. Fig. 24.

mo rettangolo A C E D ; si scorgerà ad evidenza che la forza A C , per esser parallela alla linea D E , non potrà in verun modo operare contro di B. Sicchè ci resterà solo la forza C E , la cui direzione passando pel centro di B , l'andrà ad urtare , ed a rimuovere dal suo luogo con una efficacia a sè proporzionale : laddove nel caso che l' urto fosse stato diretto , la sua forza sarebbe stata uguale ad A E. Quindi la forza dell' urto diretto è a quella dell' obbliquo , come A E a C E. Ma C E è uguale ad A D , che è il seno dell'angolo d' inclinazione A E D ; ed A E è uguale al raggio. Dunque , generalmente parlando sarà vero che l' urto diretto è all' obbliquo , come il raggio è al seno dell' angolo d' inclinazione. E poichè un tal seno A D si rende minore a proporzione che si diminuisce l' angolo A E D ; sarà vero benanche generalmente che la forza dell' urto obbliquo si scema a misura che l' angolo d' inclinazione si rende minore.

224. Per ritrovare poi le direzioni , e le velocità di A , e B , seguìto che sia l'urto , convien far uso del seguente metodo. Nella linea D E prolungata prendasi E F uguale ad A C , o sia a D E , ch' è la forza parallela rimasta intatta anche dopo l' urto. Indi se A , e B , sono corpi elastici , ed uguali , il moto di A , espresso da C E , sarà distrutto dopo l' urto ; sicchè in tal caso il corpo A , ossia E , proseguirà a muoversi nella dire-

Tav. III. Fig. 24.

 zio-

zione, e colla velocità di E F; e B sarà spinto verso G col moto di A. Ma se per lo contrario questi due corpi fossero molli, ed uguali; A non communicherebbe a B, se non se la metà del suo moto: cosicchè in tal caso B sarebbe spinto dopo l'urto nella direzione E G colla metà del moto C E; ed A, oltre al detto moto E F, avrebbe ancora l'altra metà di C E. Per la qual cosa adattando alla estremità di E F la retta F H uguale alla metà di C E, si rileverebbe che A, o sia E, proseguirebbe a muoversi nella direzione, e colla velocità di E H. Per virtù dello stesso metodo possono determinarsi benanche tutti gli altri casi particolari.

225. Prima di terminar quest' Articolo gioverà rapportare un' altra costruzione generale, la quale sarà parimente applicabile a varj casi particolari. Suppongasi che le due palle A, e B vadansi ad urtare l' una coll' altra obbliquamente nelle direzioni A *a*, e B *b*. Affin di rintracciare qual debba esser la lor direzione, e velocità dopo l' urto, bisogna considerare prima di tutto, che la direzione A *a* può risolversi in A I, I *a*, non altrimenti che la direzione B *b* risolver si può in B K, K *b*. Per la qual cosa ai due punti *a*, *b*, si adattino le rette *a* G, *b* H, parallele, ed uguali ad A I, K B; e prolungate le rette I *a*, K *b*, verso E, ed F, talchè sieno loro uguali *a* E, *b* F; si compiscano i rettangoli C G *a* E, F *b* H D.

Tav. III. Fig. 25.

Le

Le due forze I $a$, K $b$, non hanno alcuna influenza nell' urto; per esser tra se parallele. Che però le sole forze, che opereranno nella percossa, saranno le due rimanenti A I, e K B. Giunte dunque siffatte palle A, B a contatto in $a$, e $b$, si urteranno scambievolmente, colle forze G $a$, H $b$, uguali ad A I, K B: e poichè posseggono esse nel tempo medesimo le forze impresse nelle direzioni $a$ E, $b$ F, uguali ad I $a$, K $b$, le quali, come si è detto, non operano nella percossa; dovrà necessariamente seguirne che le dette palle rimbalzeranno dopo l' urto verso parti contrarie, e scorreranno le rispettive diagonali $a$ C, $b$ D, da cui verranno parimente espresse le rispettive loro velocità.

## ARTICOLO VIII.

### *Applicazione delle dichiarate dottrine ad alcuni Fenomeni particolari.*

226. Comechè le dottrine riguardanti la terza Legge del Moto, ed in conseguenza le dichiarate verità circa l' azione, e riazione scambievole de' corpi, sembrino sterilissime a primo lancio, nulladimeno però facendovi attenzione, si troverà esser elleno applicabili a parecchi usi, e somministrarci de' lumi per l' intelligenza di varj fenomeni. I Mec-

Meccanici principalmente sanno benissimo che tutte le Macchine, le quali pongonsi in azione per forza del vento, oppur di un volume d'acqua corrente, ec., operano interamente per lo stesso principio. Inoltre chi mai comprender potrebbe senza siffatti lumi, perchè un battello faccia un veloce cammino col solo urtar l'acqua co' suoi remi? Il Fisico illuminato all'opposto riflettendo ch' essendo la riazione sempre uguale, e contraria all'azione, dee necessariamente seguirne che con quanta forza i remi vanno ad urtar l'acqua per farla retrocedere, ossia per ispignerla verso la poppa, con altrettanta forza vengono essi rispinti da quella verso la prua; concepisce di leggieri che per la sola virtù di siffatta riazione dell'acqua vengono i remi stessi rispinti innanzi unitamente al battello, di cui essi fan parte; e quindi che il moto di questo riesce più veloce a proporzione che la pala de' remi è più larga; a misura che l'acqua vien da quella urtata con maggior forza, e frequenza, ed i remi sono più numerosi.

227. Lo stesso vuolsi intendere del notare, sì degli uomini, come de'pesci, e del volar degli uccelli; conciossiachè da' primi battesi l'acqua co' piedi, e colle mani, e da'secondi colle branche, e colla coda; dagli ultimi finalmente si batte l'aria con frequenza, e con forza per mezzo delle loro penne; e quella riagendo colla forza medesima

sima al par dell' acqua verso la parte contraria, fa sì che gli uccelli sollevinsi in alto ad onta della propria loro gravità, prendendo poscia quel cammino, che loro aggrada; non altrimenti che gli uomini, ed i pesci veggonsi solcare l' infido elemento secondo quella direzione, che lor piace.

228. Osservate il rinculo di un Cannone nell' atto che scarica un tiro. Vi riuscirà impossibile di renderne la ragione, senza che possediate le dichiarate cognizioni. Or nell' istante che si accende la polve dentro al Cannone, il fluido elastico, che riguardar si può giustamente a guisa di una potentissima molla, attesa la somma sua elasticità, spandesi con una forza così immensa, che a tenore degli esperimenti già praticati, la piccola quantità di esso imprigionata in un sol granello di polve, giunge ad occupare un volume per ben migliaja di volte maggiore di se stesso. Quest' impeto sì enorme del fluido anzidetto cerca di svilupparsi all' intorno contro tutte le pareti interne del Cannone, che il circondano; e lo ritengono per così dire inceppato: ma poichè la naturale aderenza di coteste parti del Cannone è sì poderosa, che non può esser vinta dalla violenza della polve; l' azione della medesima si esercita efficacemente su due resistenze cedevoli, cioè a dir sulla palla, che può esser cacciata fuori, e sulla culatta del Cannone, che può retrocedere. Egli è poi molto

to naturale il concepire che l'effetto dell' azion mentovata (supposte uguali tutte le circostanze) dovrà esser quello di comunicare uguali quantità di moto in direzioni affatto contrarie a coteste due resistenze; le cui masse essendo disuguali, dovrà necessariamente seguirne che le velocità in direzioni opposte, originate in quelle, saranno in reciproca ragione delle loro masse; talmentechè la palla sarà spinta fuori del Cannone con una velocità tale, che sarà alla velocità, onde il Cannone verrà forzato a rinculare, come la massa del Cannone è alla massa della palla. Dal che ne avviene che la palla trascorre più centinaja di piedi nell' intervallo di un secondo, e 'l Cannone non si arretra che di pochi piedi. E poichè dovendosi imprimere la velocità in ragion reciproca delle masse, il pezzo d' Artiglieria aver dee velocità maggiore a misura che v' ha in esso minor quantità di materia; non si durerà fatica a concepir la ragione, onde avviene che i Cannoni di lieve peso, ed anche le canne leggiere di fucile, rinculano più sensibilmente di quel che facciano altre, che sono più pesanti.

229. Quindi, se si prescindesse dagli effetti di qualunque resistenza, essendo già nota la velocità della palla, non che la sua massa, e quella del pezzo d' Artiglieria; potrebbesi agevolmente determinare il rinculo di quest' ultimo; e così a vicenda la ve-

velocità della palla. Conciossiachè, se facciasi la proporzione, e si dica: come la massa del Cannone sta alla massa della palla, così la velocità di questa sarà alla velocità di quello; il quarto proporzionale esprimerà la velocità richiesta. Così supponendo che il peso della palla sia di 24 libbre; quello del Cannone di 6400; la velocità della palla di 600 piedi nel primo secondo: istituendo la Regola del tre, e dicendo, come 6400 è a 24, così 600 è al quarto proporzionale; si troverà che la velocità del rinculo del Cannone sarà di due piedi e mezzo.

230. Parecchi Scrittori han creduto che il Cannone si arretri nell'atto del tiro per forza dell'aria, la quale entrando con sommo impeto dentro di quello dopo seguìta l'esplosione, l'obbliga conseguentemente a dare indietro. Il fatto si è che il Cannone si arretra nell'atto medesimo, in cui segue l'esplosione, ed in conseguenza in tempo che l'aria interna rarefatta, e'l vapore elastico sviluppato dalla polve, sforzansi col loro elatere ad impedire che s'interni entro al Cannone qualunque volume d'aria esteriore.

231. L'ordinario fenomeno de' *Razzi volanti* non differisce da quello del Cannone. La polve, che entro al Razzo si contiene, tostochè sviluppa la sua forza, opera nel tempo stesso e contro il fondo superiore del tubo

tubo del Razzo, che solleva in alto, e contro la massa d' aria esterna adjacente al fondo inferiore dello stesso tubo, per cui si estrinseca l' effetto della polvere infiammata. Cotesta massa d'aria, ch'è al di sotto, riguardar si dee come la palla, e 'l fondo superiore del Razzo come la culatta del Cannone. E poichè la polve contenuta ne' Razzi non si accende tutta in un colpo, come segue a un di presso in un pezzo d' Artiglieria, può ella considerarsi come ripartita in tanti strati, durante l'accensione dei quali si rinnova successivamente in picciolo quel che abbiam detto seguir nel Cannone nell'atto dell'esplosione; ond'è che il Razzo vien forzato a sollevarsi in alto durante il mentovato tempo, superando coll' impeto violento generato dalla polve, la picciola resistenza dell' aria, cui gli conviene attraversare.

232. Coll' applicazione dello stesso principio si può render ragione agevolmente d' altri fenomeni di tal natura, ugualmente curiosi, che interessanti.

LE-

# LEZIONE V.

## *Sulla Riflessione, e Refrazione del Movimento.*

### ARTICOLO I.

#### *Del Movimento riflesso.*

233. Può avvenire talvolta che un corpo elastico in moto vada a percuotere contro di un ostacolo invincibile similmente elastico, oppur duro; qual sarebbe il caso di una palla d'avorio, che fosse lanciata con forza sovra un piano di marmo, sopra una lamina di acciajo, ovvero d'altra simile materia, del tutto immobile. In tal caso verrebbe egli rimbalzato all'indietro; e la sua direzione, sì nel cadere, come nel risalire, formerebbe due angoli col piano, su cui cadrebbe. Così la palla A spinta contro il piano immobile K L M N nella direzione A B, vien rimbalzata per B C; e forma scendendo l'angolo A B H col detto piano, siccome nel risalire forma l'angolo C B I. Il primo si denomina *Angolo d'incidenza*, e 'l secondo dicesi *Angolo di riflessione*.

Tav. III. Fig. 26.

234. Ciò premesso, vuolsi tener per indubitato, *che un corpo elastico*, *essendo lanciato contro di un piano perfettamente elastico*, *ne vien rimbalzato*; *e forma nel risalire l'angolo di riflessione uguale a quello*

*quello d'incidenza.* Or due sono i casi, che avvenir possono relativamente a questo punto; potendo il corpo elastico essere spinto contro del supposto piano, o in una direzione esattamente perpendicolare al piano medesimo, o in direzione obbliqua, sia qualunque l'angolo di siffatta obbliquità. Per comprovare adunque la riferita Proposizione, ragion vuole che si esaminino separatamente cotesti due casi.

Tav. III. Fig. 26.

235. Per ciò, che riguarda il primo, immaginiamoci la palla F perfettamente elastica lanciata contro il piano similmente elastico K L M N, nella direzione F B verticale al piano stesso. Egli è manifesto che giunta ella al punto B, ed incontrando la resistenza del piano, dovrà la sua superficie necessariamente schiacciarsi (§. 204): e la sua materia essendo elastica, seguita che sia la compressione, ritornerà ella di bel nuovo nello stato primiero in forza della sua elasticità; e quindi ne sarà rimbalzata all'indietro. Or poichè siffatta palla, essendo lanciata contro il piano, non ha che un semplice moto perpendicolare da su in giù; e d'altronde il rimbalzo si fa esattamente verso la parte contraria a quella, secondo cui è seguita la compressione (§. 204); essendosi questa fatta in direzione esattamente verticale, a tenor della nostra ipotesi; forz'è che la palla F rimbalzata risalga esattamente per la medesima retta BF,

B F, per cui è discesa. Ma una retta perpendicolare ad un piano, forma angoli retti dall' una, e dall' altra parte, e per conseguenza uguali. Egli è dunque dimostrato che l' angolo, per cui cotesta palla risale, è perfettamente uguale a quello, per cui discende; e quindi che l' angolo di riflessione si uguaglia a quello d' incidenza.

236. Ognun concepisce che la situazione del piano è perciò del tutto indifferente; potendo esser verticale, orizzontale, o obbliqua. Quel che assolutamente si richiede, si è, che la direzione, in cui la palla è lanciata contro di esso, sia esattamente perpendicolare alla direzione del piano medesimo. E se per avventura la superficie di questo fosse curva, la direzione, in cui è spinta la palla, uopo è che sia perpendicolare alla tangente, che si concepirà tirata a quel punto, che viene urtato dalla palla, qual è, per esempio, E K nella quì annessa Figura. Tav. III. Fig. 27.

237. Che se poi la direzione della palla fosse obbliqua rispettivamente al piano, come avverrebbe spignendo la palla A contro il detto piano K L M N nella direzione A B; in tal caso l' angolo di riflessione sarebbe parimente uguale a quello d' incidenza; e la velocità, onde risalirebbe, uguaglierebbe quella della discesa: ma per rimanerne convinto bisogna far uso de' lumi acquistati in virtù delle antecedenti Lezioni. La forza Tav. III. Fig. 26.

O AB,

A B, onde la palla A è lanciata contro K L M N, può riguardarsi come composta delle due altre A H, A E (§. 153); l'ultima delle quali, cioè a dire A E, essendo parallela al piano K L M N, non opera contro di quello nell' atto della percossa. Per la qual cosa giunta la palla in B, e percotendo il piano colla sola forza A H, ossia E B, in direzion verticale; per la ragione antecedentemente esposta (§. 235), si sforza di risalire per la stessa retta B E. Ma poichè nell'atto medesimo ch'ella vien forzata a risalire per B E, vien obbligata benanche a seguire la direzione B I uguale ad A E parallela al piano, la quale, siccome si è detto, rimane intatta nella percossa; per le leggi già dichiarate (§. 136) correrà per un sentiere, che si troverà nel mezzo di cosiffatte direzioni. Determiniamolo dunque col metodo altrove insegnato (§. 150). Prendasi B E uguale, e parallela ad A H, ch'è la direzione, e la velocità verticale, e B I uguale, e parallela ad A E, ch'è la direzione, e la velocità rimasta intatta; e compiuto poscia il parallelogrammo B E C I, la sua diagonale B C esprimerà la direzione, e la velocità della palla A dopo l'urto. Ciò posto, se dimostreremo che l'angolo C B I uguaglia l'angolo A B H, resterà conseguentemente provato che l'angolo di riflessione è uguale a quello d' incidenza.

238.

238. Essendo per la costruzione le rette A H, C I, parallele, ed uguali; e le rette H B, B I, uguagliandosi anche tra loro, siccome si uguagliano i due angoli A H B, B I C, per essere retti; i due triangoli H A B, B C I, saranno tra se uguali; e quindi l' angolo A B H uguaglierà l' angolo C B I, siccome si è proposto.

239. Che se poi il corpo lanciato sul piano fosse privo d' ogni elasticità; allora il risultamento ne sarebbe affatto diverso. Servendoci della costruzione già fatta nella Fig. 26 osserveremo che se la palla F non elastica fosse spinta sul piano K L M N nella direzione di C B; risoluta che sia cotestà forza nelle due E B, e B I; scorgerassi à chiaro lume, che la forza E B distruggendosi nella percossa, non vi resterà che la sola forza parallela I B, da cui la palla sarebbe spinta nella direzione B H senza produrre alcun angolo di riflessione.

Tav. III. Fig. 26.

240. Vuolsi quì avvertire però che le leggi dichiarate in questo Articolo non si osservano perfettamente in Natura, se non se dalla luce; e ciò per cagione della perfetta sua elasticità, e sottigliezza, la quale fa sì, che non solamente la sua gravità sia infinitamente picciola, ma che le sue parti trovino soventi volte pressochè libero il cammino. Quindi è che le leggi medesime riguardar si sogliono come il fondamento di tutta la Catottrica, siccome in appresso

dimostreremo. Tutti gli altri corpi ne deviano più, o meno, a misura che sono più, o meno pesanti, più, o meno elastici, ed in proporzione che i mezzi, cui son costretti ad attraversare, resistono più, o meno al loro movimento. Che però le leggi già esposte suppongono che i corpi lanciati contro il piano sieno affatto privi di gravità, perfettamente elastici, e si muovano in un mezzo non resistente. Ma non per questo non si fa di esse un uso grandissimo dai Fisici in parecchie occorrenze. Conciossiachè, potendosi le anzidette cagioni disturbatrici ridurre a calcolo a un presso a poco, si può in qualche modo tener conto di esse, e quindi determinare quali dovranno essere i risultamenti prossimi ai veri.

241. Tutte le dichiarate leggi intorno al moto riflesso confermar si possono per via di esperimenti coll'ajuto della Macchina rappresentata dalla Figura 28 (*a*). A B C D è un piano perfettamente orizzontale, su cui è collocato un pezzo di marmo levigatissimo *a b c d*, il quale per altro essendo guernito di una cerniera lungo il suo lato *a b*, può agevolmente sollevarsi lungo il lembo dell' arco graduato I C, come scorgesi in *a* V, e quindi adattarsi a qualunque angolo d'inclinazione, per mezzo della vite V, che ve

Tav. IV. Fig. 28.

(*a*) Questa Macchina costa in Parigi 18 ducati di Regno.

ve lo ferma. Se rimanendo il piano di marmo *a b c d* in sito perfettamente orizzontale (*a*), gli si lasci cader su perpendicolarmente una palla d'avorio, che si faccia passare a traverso di un tubo metallico adattato in E; siffatta palla si vedrà risalire dopo la percossa per la stessa retta F E, per cui è discesa, quantunque non rimonterà alla stessa altezza, per mancanza di perfetta elasticità, e per cagione della resistenza dell' aria. All' opposto sollevando il detto piano alquanto in alto, per cagion d'esempio in *b* V, sicchè possa fare coll'orizzonte un angolo qualunque, suppongasi di 5 gradi; la palla fatta scendere pel tubo E, non lo potrà percuotere, se non se obbliquamente; e l'angolo di obbliquità, ossia d'incidenza, sarà misurato sull'arco I C. Sicchè, se immagineremo quest' angolo rappresentato da E F V, si vedrà coll' esperienza che la detta palla rimbalzerà dal piano per la retta F R; talmentechè formando l' angolo di riflessione B F *a* uguale a quello d' incidenza E F V, andrà a riposarsi nel cassettino S T, destinato a bella posta in quel tal sito, per poterla ricevere per entro all' apertura *m n*, la cui altezza adegua il diametro della palla. Cotesto cassettino è scorrevole su e giù, essendo adat-

O 3 tato

(*a*) Ciò si rettifica per mezzo de' due livelli *x*, *o*.

tato perciò ad una scanalatura praticata nell'asta B della Macchina, a fine di potersi fermare a quell' altezza che la sua apertura *m n* possa ricever la palla a qualunque angolo d'incidenza, a cui vogliasi elevare il piano *a b c d*.

242. I Giucatori di Bigliardo pongono tutto lo studio nel praticare le regole dichiarate in questo Articolo, senza che le sappiano forse per teoria; ed una delle loro bravure consiste nel far sì, ch' essendo da essi spinta una palla contro la sponda del Tavoliere, ch' è il piano riflettente, vi sia spinta in tal direzione, che possa far un angolo d' incidenza di tal misura, che rimbalzata poi per un angolo di riflessione uguale al primo, vada a percuotere l'altra palla nel modo, che si richiede.

## ARTICOLO II.

### *Del Movimento rifratto.*

243. Si è ragionato nell' Articolo V della Lezione II delle leggi, a cui è soggetta la resistenza, che i corpi incontrano qualora vengono forzati ad attraversare fluidi, o della medesima, o di diversa densità. Quì poi uopo è ch' esaminiamo quali sieno le leggi, a cui soggiace il cambiamento di direzione, che i corpi soffrono nel muoversi a traverso de' detti fluidi. Due possono essere

i casi

i casi su questo proposito, a somiglianza di ciò, che si è detto della riflessione. Imperciocchè può un mobile cadere dentro di un fluido in direzione perpendicolare, oppure obbliquamente. Nel primo caso l' esperienza ci fa vedere che la sua direzione non si altera affatto, ma che il suo moto soltanto soffre del ritardo per cagione della resistenza del fluido. Ce ne somministra una luminosa pruova il seguente esperimento. Pongasi un picciolo strato orizzontale di terra molle X Z nel fondo del vaso A, e poggiato siffatto vaso orizzontalmente sovra il sostegno BCHI, facciasi cadere sul detto strato una palla di qualunque materia, supponiam di metallo, per entro al tubo D, collocato in situazione verticale nel mezzo de' due sostegni E, ed F. Giunta che sarà cotesta palla *r* al fondo del vaso, formerà una cavità nell'argilla in forza dell'urto. Ciò fatto, empiasi il detto vaso di acqua: indi facendosi cader di bel nuovo la palla, come si è praticato dianzi, si vedrà che procedendo ella addirittura sino al fondo dell' acqua, si andrà a riporre nuovamente nella cavità mentovata. Dal che si scorge ad evidenza non aver ella sofferto il menomo cangiamento nella sua direzione.

Tav. IV. Fig. 29.

244. Nel caso poi che la direzione, in cui il mobile è spinto dentro il fluido, sia obbliqua; qual sarebbe quella della palla A, lanciata nel fluido D E nella direzione AB;

Tav. IV. Fig. 30.

AB; cotesta direzione si altera infallibilmente; ed invece di esser continuata in B G, viene a spezzarsi nel punto B, d' onde poi prosegue in altra direzione diversa, come sarebbe B *f*, o altra simigliante. Questo cangiamento nella direzione del moto, è ciò, che dicesi *Moto rifratto*; e le sue leggi sono diverse a tenore della differente natura de' mezzi. L' entrare un poco nell' esame di questa proposizione ci farà tosto venire in chiaro della sua veracità in tutta la sua estensione.

245. Il mezzo, nel quale il mobile vien lanciato, esser può più, o meno denso di quello, ov' egli preventivamente si ritrova; e quindi più, o meno resistente: per esempio, può egli passare dall' aria nell' acqua, oppur da questa in quella; dall' acqua entro al mercurio, e dal mercurio entro l' acqua. Ogni volta che il passaggio si fa dal mezzo più raro nel più denso, come dall' aria nell' acqua, la legge, che veggiamo costantemente osservata si è, che *il moto si rifrange; e'l mobile prosegue a muoversi in una direzione tale, che paragonata a quella, cui avrebbe dovuto seguire giusta il moto primitivo, è più discosta dalla perpendicolare alla superficie del fluido: la qual perpendicolare intendesi tirata pel punto, per cui il detto mobile incomincia ad internarsi nel fluido stesso.* Così la palla A, che supponiamo spinta obbli-

Tav. IV. Fig. 30.

bliquamente dall' aria nell' acqua, giunta in B, in vece di continuare il suo moto per B G, s' incammina per B $f$: la quale ognun vede esser più lontana dalla perpendicolare B C di quel che sarebbe stata la direzion primitiva B G; e la ragione n' è chiara. Il moto di A lanciata per A B, può risolversi ne' due moti A H, ed A E; di cui uno è parallelo alla superficie dell' acqua, e l'altro verticale. Per la quál cosa, giunta ella in B, nell' atto che il movimento verticale incomincia ad esser rallentato in virtù della resistenza del fluido, l' altro H A o sia B E, non soffre verun ritardo, per esser parallelo alla superficie del fluido stesso, in cui non ancora il mobile è immerso. Che però ecco subito cambiati i rapporti di questi due moti, ed in conseguenza cangiato il parallelogrammo, ch' essi rappresentavano, e la sua diagonale. Sicchè, se fuori del fluido il rapporto delle mentovate due forze veniva indicato da H A ed A E; o sia da $a$ B, e B $c$; la diagonale, e conseguentemente la direzione del mobile, sarebbe stata B $d$: ma tostochè un tal rapporto si altera; e B $c$ per la ragione allegata divien minore, talchè sia, per esempio, B $o$; la diagonale si cambia similmente in B $f$: la quale facendo un angolo con B A, fa sì, che il movimento debbasi riputare rifratto, e che la nuova direzione di esso si discosti dalla perpendicolare B C co-

come si è proposto nella legge dichiarata di sopra.

246. L' esperienza vien francamente in conferma di questa teoria, la quale, a dir vero, altro non è, se non se un principio dedotto dall' esperienza medesima. Prendasi una gran vasca di legno rappresentata da ABCD, ed empiutala d'acqua, si diriga la canna di fucile K I, caricata, ed inclinata siccome conviene, ad un punto dentro di quella, che supporremo esser H. Disposte le cose in tal modo, se darassi fuoco alla polve, la palla attraverserà l'acqua della vasca cominciando dal punto G: ma invece di andar a ferire nella direzione GH il punto H, a cui era diretta, andrà a formare un foro verso l' orlo della vasca in E, correndo il sentiere G E, il quale è manifesto esser più lontano di G H dalla perpendicolare FG prolungata dal punto G sino al fondo del vaso.

Tav. IV. Fig. 32.

247. Tutto il contrario addiviene passando il mobile da un mezzo denso in uno più raro, come sarebbe dall' acqua nell' aria. Imperciocchè in tal caso, quantunque il moto pur si rifranga, tuttavolta siffatta rifrazione si fa con tal legge, che la *nuova direzione*, *paragonata a quella*, *cui il mobile avrebbe dovuto seguire giusta il moto primitivo*, *è più prossima alla perpendicolare già indicata.*

248. Ognun concepisce dover ciò avvenire

nire per una ragione affatto contraria a quella, che si è allegata per ispiegare il caso antecedente. E che sia così; il mobile A, il quale avendo attraversata una massa d' acqua BCRF, giugne finalmente ad incontrare l' aria; arrivato che sia nel punto D, il moto parallelo F D rimane illeso, per essere il corpo ancora immerso nell' acqua; laddove il moto verticale, che nell' acqua era come D G, incominciando ad incontrare minor resistenza, tostochè il mobile incomincia ad uscir nell' aria, si accresce un tal poco, e fassi, per esempio, uguale a D I. Quindi è, che se dentro l' acqua, ove il rapporto delle forze veniva rappresentato da F D, D G, la diagonale, ossia il sentiere del mobile, era A E; fuori di quella sarà D H, per cagione d'essersi cambiata D G in D I: ed ognun vede che D H è più prossima alla perpendicolare K I di quel che la era DE, appunto come si è proposto nella legge indicata nel §. 247.

Tav. IV. Fig. 31.

249. Le fin quì dichiarate leggi del moto rifratto, che veggiamo dalla luce molto esattamente osservate, sebbene in parte contraria, costituiscono il fondamento della Diottrica, di cui si ragionerà nel progresso di quest' Opera, ove siffatte cose saranno messe in un lume maggiore, ed applicate nel tempo stesso a varj casi particolari, talmentechè se ne conoscerà manifestamente tutta l' importanza.

250.

250. Prima di por fine a questo Articolo porta il pregio di notare che l'obbliquità della direzione del mobile, che vuolsi spigner dentro l'acqua, ha un certo limite prefisso dalla natura; imperciocchè quando essa è sì grande che oltrepassa i limiti assegnati, il mobile in vece di penetrar nell'acqua, od in altre sostanze, viene ad esser rimbalzato da quelle. Più volte essendo fanciulli ne abbiam fatto un oggetto di divertimento trovandoci sulla sponda del mare mentre egli era in calma. Chinandoci verso la terra per gettar con violenza delle picciole pietre con un angolo di minore obbliquità ch'era possibile, sulla superficie del mare, ci facea piacere il vederle rimbalzare successivamente a più riprese fino a tanto che il lor moto andavasi ad estinguere. Questa sorta di tiro dicesi da' Francesi *ricochet*, che in Italiano direbbesi tirare a *riscossa*, ed usasi frequentemente in tempo di guerra per lanciar delle palle, e delle bombe sulle piazze assediate, o sulle navi nemiche a fin di produrre maggior danno co' loro rimbalzi reiterati. La sua teoria è stata mirabilmente spiegata dal Sig. d'Alembert nel suo Trattato de' fluidi.

LE-

# LEZIONE VI.

## *Sulla Cosmografia.*

### ARTICOLO I.

### *De' varj Sistemi del Mondo.*

251. La giornaliera osservazione degli Astri, i quali levandosi costantemente dal canto orientale dell'Orizzonte, prendono sensibilmente il lor corso verso l'Occidente, è stato sempre un fortissimo motivo per far credere non solamente al volgo, ma eziandio alla numerosa schiera de' Filosofi di tutt' i tempi, e di tutte le Nazioni, che la Terra, cui abitiamo, fosse del tutto immobile, e per così dire radicata nel centro dell'Universo; e che tutt'i corpi celesti facessero giornalmente intorno ad essa le loro rivoluzioni. Siffatta naturalissima idea fu particolarmente adottata, e messa in chiaro dal gran Tolommeo, Filosofo, e Geografo di gran rinomanza del secondo secolo dell'Era volgare, il quale si sforzò di stabilire, che intorno alla Terra, collocata immobilmente nel centro del Mondo, si aggirasse primieramente la Luna, indi ordinatamente di mano in mano, Mercurio, Venere, il Sole, Marte, Giove, e Saturno, a cui sovrastava poscia il Firmamento, ossia il Cielo delle Stelle fisse, sparse come che fosse

Tav. V. Fig. 2.

fosse su quello, alla guisa di tanti fulgidi chiodi. V'erano al di sopra due altri Cieli, ovvero due altre sfere di purissimo, e duro cristallo; e'l tutto veniva ricoperto in ultimo dal massimo Cielo, ossia dal *primo Mobile*, il quale aggirandosi con indicibile rapidità intorno a se stesso dall'Oriente all'Occidente nel tratto di 24 ore, trasportava seco mirabilmente nella medesima direzione tutt' i Cieli inferiori in se racchiusi. A siffatta costituzione dell'Universo diessi la denominazione di *Sistema Tolemaico*.

252. Fra gli antichi Filosofi della Magna Grecia v'era stato però chi avea immaginato che la stabilità della Terra, e'l movimento del Sole riputar si dovessero un errore del volgo; e che la Terra con tutt' i rimanenti corpi celesti si rivolgesse effettivamente intorno al Sole, costituito nel centro dell'intero Sistema. Ce lo attesta chiaramente Aristotele (*a*), il quale ci narra che la scuola Italica, o sieno i discepoli di Pitagora, sosteneva l'opinione del moto della Terra. Lo stesso dice Plutarco di Filolao Pitagorico, il quale visse 450 anni circa prima dell'Era volgare, a cui Diogene Laerzio asserisce essersi attribuita

(*a*) De Coelo lib. 11. Cap. 13.

buita da taluni la prima idea di cotal Sistema, quantunque altri ne dessero l' onore a Niceta di Siracusa. Un sentimento così particolare, andato bentosto in obblio, come ciascuno può immaginare, sembrando che si opponesse direttamente al senso comune, fu poi arditamente ravvivato, ed abbellito con somma felicità da Niccolò Copernico, nativo della Città di Thorn nella Prussia Reale, Canonico di Vormia, e famosissimo Astronomo del Secolo XVI. Stabilì egli adunque che il Sole collocato immobilmente nel centro sensibile dell' Universo, ed aggirandosi soltanto con moto vertiginoso intorno al suo asse, facesse rivolgere intorno a se, in virtù di forze centrali, tutti i Pianeti allora conosciuti con ordine tale, che immediatamente gli si aggirasse intorno Mercurio, indi Venere, la Terra, Marte, Giove, e Saturno. Succedono ai Pianeti le Stelle fisse, che col loro scintillante splendore vagamente adornano lo spazio immenso del Firmamento. Esse però non fanno parte del nostro Sistema; e par verisimile che a guisa di altrettanti Soli costituiscano il centro di altri mondi a noi sconosciuti. Intorno alla Terra si aggira la Luna; intorno a Giove altre quattro Lune, scoperte dal Galilei; sette altre intorno a Saturno, che scorgesi cinto d'un Anello luminoso; e finalmente sei al-

Tav. V. Fig. 3.

tre

tre intorno al Herschel (*a*). A tutte coteste Lune, dette più comunemente *Satelliti*, suol darsi il nome di *Pianeti secondarj*, a distinzione de' sette primi, e degli altri cinque novelli, i quali rivolgendosi tutti intorno al Sole, prendono con ragione la denominazion di *primarj*. Ecco dunque qual è in accorcio il *Sistema Copernicano*; da cui ben vedete essersi del tutto bandite le solide volte immaginate da Tolommeo, ossia i Cieli di cristallo. Si può tuttociò più chiaramente scorgere dalla Figura 5 della Tavola VI. Ritrasse cotal Sistema un notabil vantaggio dall'essere stato preso in considerazione dall' immortal Galilei, sommo lume, ed ornamento della nostra Italia, cui costò per sua sventura infinito travaglio il volerlo spacciare per vero, quantunque lo avesse ridotto alla massima chiarezza, come si può rilevare dal suo celebre *Dialogo* intorno a tal soggetto. Keplero poi scoprì la vera forma delle orbite de' Pianeti, che da Copernico eransi supposte circolari; e rintracciò alcune leggi fondamentali, che sottomisero al calcolo i loro movimenti: la scoperta però della mera-

Tav. VI. Fig. 5.

(*a*) Cotesti Satelliti, tranne la Luna, erano affatto sconosciuti, come ognun sa, ai tempi di Copernico; e similmente il Pianeta Urano, e gli altri quattro nuovamente scoperti, che passerem tutti a rassegna nell'Articolo IV. di questa Lezione.

ravigliosa legge, secondo cui opera quella forza, onde rivolgonsi i Pianeti intorno al centro del loro moto, era, siccome abbiam detto (§. 70), riserbata al gran Newton, il quale l'estese felicemente alla spiegazione de' fenomeni i più astrusi, e più rilevanti della Natura, e diè così l'ultima perfezione, e mise quasi nell'evidenza il Sistema Copernicano.

253. Il più recente Sistema del Mondo è quello di Ticone Brahè, filosofo Danese del Secolo XVI. Conobbe egli manifestamente l'assurdità del Sistema Tolemaico (§. 251); e non volendo adottare il Copernicano, che pareagli incomprensibile, e fuor di ragione; si avvisò di rivendicare alla Terra il centro dell'Universo, facendole girare intorno la Luna, e poscia il Sole: stabilì poi cotesto come centro de' rimanenti Pianeti, immaginando che descrivessero intorno ad esso le loro orbite Mercurio, Venere, Marte, Giove, e Saturno, come scorgesi rappresentato nella Fig. 4 della Tavola V.

Tav. V. Fig. 4.

254. Converrebbe unire le dottrine fisiche alle più sublimi dell'Astronomia per iscorgere a chiaro giorno la ragionevolezza del Sistema Copernicano, e quindi la gran superiorità di esso su tutti gli altri finora immaginati. Tuttavolta riserbandoci di trattar di bel nuovo questo argomento nella seguente Lezione (nel che consistono, a dir vero, le pruove fondamentali del Sistema di Copernico),

 ba-

basterà quì accennare 1.°, che i Sistemi di Tolommeo, e di Ticone non solamente non sono valevoli a spiegare tutt'i fenomeni del Cielo, ma si oppongono eziandio direttamente ai fatti, ed alle osservazioni celesti. Per rammentarne quì una sola, che possa servir di esempio, diremo che nè Mercurio, nè Venere veggonsi giammai in opposizione col Sole; vale a dire, che tra essi, e'l Sole non vedesi giammai frapposta la Terra. Or ciò non potrebbe addivenire, se la Terra occupasse il centro del Sistema, e se i due mentovati Pianeti fossero avvolti ne' loro giri dall'orbe del Sole. Nella qual supposizione neppur potrebbero essi celarsi dietro al Sole, siccome scorgesi talvolta addivenire. 2.° La supposizione del giro-diurno de' Pianeti, giusta i due Sistemi Tolemaico, e Ticonico; è così lontana del vero, che se ciò fosse, le Stelle fisse, per esempio, le più prossime alla Terra, dovrebbero descrivere un'orbita così enorme nello spazio di 24 ore, che quand'anche la loro velocità si supponesse uguale a quella d'una palla di cannone, che scorresse 600 piedi in ogni secondo di tempo, pure dovrebbero impiegarci undici milioni, trecento, quarantanove mila anni per iscorrerla. Ciocchè intender si dee a proporzione ancor de'Pianeti; laddove nel Sistema Copernicano spiegansi benissimo siffatte apparenze col solo giro della Terra intorno al suo asse, di cui tra poco ragioneremo.

AR-

## ARTICOLO II.

### *De' Pianeti in generale, e delle Stelle fisse.*

255. Fra tutti gli Astri, che si aggirano in Cielo, non v'ha che il Sole, e le Stelle, che sono in realtà fonti di luce, ossia risplendenti di lor natura: quello è destinato ad illuminare, ed a vivificare tuttociò, ch'esiste entro a' limiti del nostro Sistema, e queste forse per far l' uffizio di Sole ad altri Pianeti, ossia ad altri mondi a noi ignoti, la cui esistenza non è affatto priva di verisimiglianza, siccome si può scorgere dalla graziosissima Opera del Signor de Fontenelle, intitolata: *la Pluralità de' Mondi*. Io non veggo cosa, che ci dia un' idea più viva, e più sensibile dell' immensità dell'Altissimo, e della sua ineffabile Sapienza, quanto l' esistenza di più mondi, che ci riempiono di stupore al solo immaginarli. E poi tutti i Pianeti e primarj, e secondarj, sono corpi opachi a simiglianza della Terra, e ricevono al par di quella il lor lume dal Sole: che anzi rivolgonsi anch'essi intorno al proprio asse oltre al moto nell'orbita; e si sa d'alcuni esser la loro figura uno sferoide schiacciato, siccome vedremo esser quella della Terra; e d' esser circondati da un' atmosfera: ond'è che si suppone da parecchi Astronomi che sieno forniti

 an-

anch' essi de' loro abitanti; non parendo neppur verisimile che corpi di così immensa mole collocati a sì prodigiose distanze, e che ci compariscono sì minuti, che alcuni fra essi sembrano poco più che punti luminosi, fossero stati destinati per noi (a). Oltrechè qual servigio mai ha potuto recare agli uomini il nuovo Pianeta Urano? di cui non si è avuto idea per tante migliaja di anni, oppur erasi associato a minute Stelle. Dicasi lo stesso degli altri quattro Pianeti più recentemente scoperti. Deponiam dunque per poco cotanto orgoglio, e non presumiamo d'esser noi l'unico oggetto di tutte le immense cose create.

256. I nominati sette Astri (252), e i quattro altri, che prenderemo in considerazione in seguela, diconsi Pianeti dal greco vocabolo Πλανήτης *Planetes*, che significa *errante*, attesochè cambiano essi rispettivamente le loro distanze durante il lor corso, a differenza delle Stelle, che si chiamano *fisse*, a motivo che ordinate in varj gruppi, che diciam *Costellazioni*, ossia *Asterismi*, serbano costantemente l'istesso ordine tra loro, e la medesima distanza. Sonosi esse riputate generalmente immobili, onde si è loro attribuita la denominazione di *fisse*. Il Dot-

---

(a) Questo stesso argomento trovasi meglio adombrato nel Discorso preliminare al mio Poema Astronomico, intitolato, *Viaggio celeste*.

Dottor Halley fu il primo a sospettare che potessero esser fornite di un proprio movimento: nel che fu poscia secondato da bravi Astronomi suoi successori, sino a tanto che le osservazioni assai precise praticate in Londra dal Dottor Maskelyne non gli lasciarono dubitare che Sirio, Arturo, Procione, ed altre Stelle con un movimento proprio si rivolgessero nel Cielo. Finalmente il nostro P. Piazzi avendo preso di mira anch'egli questo punto con un rigoroso esame, e con osservazioni, e calcoli laboriosissimi, non solamente confermò l'esistenza del moto proprio nelle mentovate Stelle, ma sì pure in molte altre: anzi è d' avviso che *tutte per avventura affette sono di simili movimenti*, comechè la vera cagione di essi sia finora a noi del tutto sconosciuta. *Tutto cospira*, dic' egli, *a farci pensare che le Stelle ancora, sieno in perpetuo moto, aggirandosi o tutte intorno a un centro comune, o alcune intorno a uno, ed altre intorno ad altri* (a).

257. Dividonsi le Stelle in sei classi, avendo riguardo all' apparente lor grandezza, ed al loro splendore; dicendosi Stelle della *prima grandezza* quelle, che ci sembrano le massime fra tutte, e le più luminose; in-



(a) Lezioni elementari d'Astronomia tom. I. pag. 212. 221.

di della *seconda*, *terza*, *quarta*, *quinta*, e *sesta grandezza*, secondochè appariscono più piccole, e meno sfolgoranti. Ed ai giorni nostri che se ne discerne un numero di gran lunga maggiore in virtù di eccellenti Telescopj, la mentovata divisione si è ragionevolmente innoltrata fino alla *duodecima* classe, ossia a quelle della *duodecima grandezza*. Non è fuor di ragione il credere che siffatta differenza apparente venga originata dalla varia distanza, in cui trovansi collocate rispetto a noi. Ve n' ha di quelle, che diconsi *Nebulose*, per cagione che veggonsi sparse nel Cielo alla guisa di macchie biancheggianti, ossia di Stelle avvolte in una sorta di nebbia, e perciò fornite d' un debolissimo lume. Il celebre Herschel, cui rammenteremo tra poco, ne ha scoperto fino al presente più di due mila sconosciute per lo innanzi, per virtù del suo nuovo Telescopio di riflessione, lungo 40 piedi, e quasi 5 in diametro, con cui si ravvisa esser elleno altrettanti gruppi di minutissime Stelle. Della stessa natura ha egli scoperto similmente esser la *Via lattea*, detta da' Greci γαλαξιας *galaxias*, ovvero quel gran sentiere biancheggiante, e irregolare, che sporgesi nel Cielo pressochè dall'Austro all'Aquilone. Ha egli rinvenuto non ha guari che una fascia di cotesta Via lattea, lunga soltanto 15 gradi, e larga 2, in se contenea più di 50 mila Stelle, visibili

bili al segno di potersi annoverar distintamente, oltre ad un immenso numero di altre, che per la debolezza del loro splendore erano di tratto in tratto discernibili a stento per mezzo di un barlume. Per virtù dell'indicato Telescopio se gli son fatte palesi più centinaja di Stelle *doppie*, *triplici*, e *moltiplici*, le quali sembrano indicare esservi delle Stelle al di sopra delle loro simili.

258. La distanza delle Stelle dalla Terra non si può in verun modo determinar con certezza, non avendo esse alcuna parallasse (*a*), ch'è il metodo, di cui servonsi gli Astronomi per misurare la distanza degli Astri: ma è assai probabile, in virtù di alcuni calcoli prudenziali, che ne sieno lontane più di sei bilioni di leghe. E qualor fosse vero un tal calcolo; e la Terra fosse immobile nel centro dell'Universo, seguendo i Sistemi di Tolommeo, e di Ticone; descriverebbero esse durante il lor giro diurno, più di 49 milioni di leghe in ogni minuto secondo. Nella stessa oscurità siamo eziandio per rapporto alla loro grandezza, cui certamente ignoriamo: alcune ragionate conghietture fanno ascendere il loro diametro a 33 milioni di leghe: eppure anche col

 mezzo

(*a*) Si ragionerà della Parallasse, e de' suoi usi nel corso di questa Lezione.

mezzo dei più eccellenti Telescopj, non si veggono maggiori di un punto luminoso. Il loro numero è immenso, e fuori della portata dell'umana capacità: tuttavolta quelle, che si son ridotte a Costellazioni, per essere le più rimarchevoli, fannosi ascendere oltre a seimila.

259. Il numero delle Costellazioni giugne fino a cento; ed affinchè si possano più facilmente distinguere, e ritenere a memoria, si è diviso in tre parti tutto il Cielo stellato; cioè a dire in *parte di mezzo*, che in se comprende la fascia del Zodiaco, dell'ampiezza di circa 18 gradi, ed in parti *boreale*; e *meridionale*, ossia ne' due emisferi delle stesse denominazioni. Le più insigni fra quelle di mezzo sono i 12 segni del Zodiaco, di cui si ragionerà nell'Articolo I. della Lezione seguente.

260. Il ripartimento delle Stelle in tante Costellazioni si è riputato assolutamente necessario, ad oggetto di poterle riconoscere più agevolmente, essendo elleno i punti fissi, a cui rapportansi dagli Astronomi i moti dei Pianeti, per poterli misurare, ed iscorgerne le ineguaglianze, non altrimenti che i varj punti del corso di una Nave possono rapportarsi agli oggetti immobili collocati sul lido. Il qual paragone per altro è dell'intutto vero, e reale; conciossiachè il giro della Terra, e de' rimanenti Pianeti nell' immenso spazio mondano, che riguardar si

si dee come il loro oceano, non può rapportarsi che alle Stelle, nè si può scorgere se non se paragonandolo ad esso loro. Per tal ragione se ne son formate delle Tavole, ossia de' Cataloghi, ove trovansi esse disposte nelle vere loro rispettive situazioni, e contrassegnate con lettere greche, o latine, onde poterle distintamente ravvisare. Il primo a costruire un Catalogo di tal genere fu il celebre Ipparco 130 anni prima dell' Era volgare. I più accurati, ed estesi, che abbiamo a' dì nostri, sono il *Catalogo Britannico* di Flamstedio, quello delle Stelle australi del Signor la Caille, il Catalogo di Wollaston, e finalmente quello del P. Piazzi nella sua immortale Opera intitolata; *Praecipuarum Stellarum inerrantium positiones mediae*, ove trovansi annoverate poco meno di ottomila Stelle: frutto di 22 anni di laboriosissimo, e continuato travaglio, di cui sono stato testimone soventi volte.

261. Le denominazioni attribuite alle Costellazioni sono del tutto arbitrarie, ed inventate per eternar la memoria di soggetti favolosi, come sono Ercole, Perseo, Berenice, Andromeda, ec., oppure di stromenti utili alla Fisica, all'Astronomia, alla Navigazione, quali sono la Macchina Pneumatica, il Telescopio, il Quadrante, la Bussola, ec. Altre portano il nome di animali, benchè non ne rappresentino la forma; e sono la Balena, il Delfino, la Giraf-

raffa, la Lepre, ed altre tali. Ve n'ha finalmente alcune poche, la cui forma somiglia in qualche modo all'espressione del nome; tali sono, per esempio, la Corona Boreale, il Triangolo, lo Scorpione, il Carro, ossia l'Orsa maggiore, ec. Su ciò merita di esser letta l'erudita *Memoria* del Signor Dupuis *sull'Origine delle Costellazioni*, inserita nel IV. Volume dell'Astronomia del Signor de la Lande, ove fassi ingegnosamente vedere che tutte le antiche favole altro non sono salvochè allegorie astronomiche; e che i dodici segni del Zodiaco furono inventati per rappresentare i dodici travagli d' Ercole. In riguardo però ai segni del Zodiaco sembra oltremodo ingegnosa, e plausibile la spiegazione, che ne dà il Signor de Pluche nell' ottavo Volume dello *Spettacolo della Natura*, giusta il suggerimento indicato da Macrobio; cioè a dire, che le Costellazioni del Zodiaco erano il Calendario delle stagioni presso degli Egizj, disortachè diedero essi il nome di Leone, per esempio, a quella Costellazione, in cui entrando il Sole, fassi sentire il suo raggio colla massima forza; il nome di Vergine a quella, a cui corrispondendo lo stesso astro, le donzelle, seguìta la messe, andavano a spigolare; quello di Libra, ossia Bilancia a quell'altra, allorchè le notti sono equilibrate co' giorni; e così de' rimanenti.

262. Vuolsi rammentar finalmente un feno-

nomeno assai rimarchevole in rapporto alle Stelle, qual è quello che di tratto in tratto ne son comparse delle nuove, oppur ne sono sparite talune, che già esistevano: è similmente avvenuto che alcune altre si son vedute scemar di splendore, ed impicciolirsi a poco a poco. La più famosa tra le nuove Stelle è quella osservata da Ticone Brahè nel 1572, la quale tuttochè fosse sfolgorante al par di Sirio, il cui splendore supera quello d' ogni altra Stella, andò diminuendosi di mano in mano, finchè disparve dell' intutto nel 1574. Giova riscontrare su tal punto il *Discorso* di Maupertuis *sulle diverse figure degli Astri*, stampato in Parigi nel 1732.

## ARTICOLO III.

### *Delle Comete.*

263. Ve n'ha alcuni fra gli Astri, i quali rivolgendosi nel Cielo con moto proprio, e reale, sogliònsi manifestare di tratto in tratto; e poichè son generalmente dotati di fulgida chioma, diconsi *Comete*. Le qualità, e la situazione diversa di cotesta luminosa capellatura, la quale or le precede, ed or le segue, e talvolta le circonda intorno intorno a guisa di zazzera, le ha fatto distinguere in *barbute*, *codate*, e *crinite*. Vi sono state però alcune Comete, le quali sce-

scevere di ogni sorta di chioma, aveano l'apparenza di Giove, o di qualunque altro Pianeta: tal fu quella, che manifestossi nel 1765. Parecchi fra gli antichi, seguiti poscia da varj illustri moderni, tra cui si annovera l'immortal Galilei, riputarono le Comete altrettante meteore, generate nella nostra atmosfera; e quel, ch'è più, il celebre Cassini fu di sentimento, che fossero formate dall'esalazione degli Astri. Sono elleno però corpi opachi al par de' Pianeti, illustrati dal Sole, e soggetti a fasi ugualmente; le quali non possono ravvisarsi di leggieri a cagione delle atmosfere infocate, che li circondano. La Cometa, che apparve nel 1680, essendo passata nel mese di Dicembre 166 volte più davvicino al Sole di quel che è la nostra Terra, concepì un calore così smisurato, che riputossi da Newton 28 mila volte maggiore di quello, cui sogliam provare nel cuor della State. Il fondamento del calcolo si fu quello, che l'intensità del calor del Sole è nella ragion reciproca de' quadrati delle distanze, ove trovansi que' corpi, su cui sono scagliati i suoi raggi. La Cometa del 1770 fu quella, che si approssimò alla Terra più che ogni altra Cometa conosciuta: e pure n'era distante 800 mila leghe.

264. La loro apparente grandezza varia d'assai, scorgendosene alcune non maggiori d'una Stella fissa, dovechè altre pareggiano

in

in diametro il Pianeta di Venere, e talvolta anche il Sole. Tali furon quelle, che apparvero dopo la morte di Demetrio Re di Siria, ed al nascer di Mitridate, l'ultima delle quali, al dir di Giustino, sfolgorava più del Sole. La grandezza reale si è talvolta rinvenuto pareggiar quella di Saturno, ed anche di Giove. La Cometa, che cominciò ad apparire in Palermo verso la fine di Giugno, e continuò fino agli 11 di Agosto dell' anno 1819, secondo il risultamento delle accurate osservazioni, e de' calcoli istituiti dal Signor Cacciatore, Direttore di quel R. Osservatorio, avea il diametro reale uguale a $4/_{10}$ di quello della Terra, cioè di 3460 miglia Italiane, e quindi il suo volume era appena $1/_{15}$ della Terra stessa, o sia poco più del triplo della Luna. A' 26 di Giugno trovossi ella nella massima vicinanza alla Terra, da cui n' era distante 69 milioni di miglia. A' 3 di Luglio la parte visibile della sua coda estendevasi a 49 milioni di miglia, e mostrò delle fasi a simiglianza della Luna fin da' primi giorni della sua apparizione (*a*).

265. Le Comete sul primo loro apparire par che corrano in linea retta a cader entro il Sole; e dopo di essere rimaste per qual-

(*a*) Veggasi la sua dotta Memoria intitolata: *Memoria della Cometa apparsa in Luglio del* 1819 ec.

qualche tempo indiscernibili per cagion di essere avvolte nel fulgore di quello, veggonsi comparir di bel nuovo, fregiate di coda assai più ampia, e sfolgorante che dianzi. Indi discostandosene mano mano, e scemandosi corrispondentemente il loro splendore, scompariscono del tutto. Il loro giro per altro, quantunque si esegua intorno al Sole, non vien compreso entro alla fascia del Zodiaco al par di quello de' Pianeti; ma segando elleno sì l'Eclittica, che le orbite planetarie ad angoli diversi, scorrono pel Cielo per variati sentieri, con diversi gradi di rapidità, e a differenti distanze; soggette però sempre alle stesse leggi, onde vien regolato il giro de' Pianeti. Sono le loro orbite ellissi molto eccentriche, ossia allungate di molto (Veggasi la Fig. 5 della Tav. VI.); onde avvien poi che le Comete dopo di essersi rendute visibili per qualche breve spazio di tempo; che a tenor delle osservazioni, che abbiamo, riducesi tutt' al più a sei mesi, dileguansi alla vista a poco a poco, facendo talvolta scorrer de' secoli prima di comparir di bel nuovo. Di fatti a tenor de' calcoli del Dottor Halley, la Cometa comparsa nel 1682 era la stessa, ch' erasi manifestata antecedentemente nel 1607, e nel 1531, ed egli osò di predirne l'apparizione di bel nuovo nel 1759, come in fatto addivenne: ed ora gli Astronomi han predetto ch' ella do-

Tav. VI. Fig. 5.

dovrà ricomparire nell' anno 1835. Della Cometa, che apparve nel 1532, e poscia nel 1661, se n'è atteso di bel nuovo il ritorno, giusta i calcoli fatti, negli anni scorsi 1789, e 1790; ma finora non si è ancora veduta. A dir vero, il Signor Méchain in una sua Memoria inserita negli Atti dell'Accademia delle Scienze di Parigi, ha fatto vedere che l'identità di coteste due Comete è molto dubbiosa; e 'l Signor de la Lande avea già congetturato che il ritorno della Cometa, di cui si ragiona, poteva riuscire invisibile, qualora il suo Perielio (o sia la minima distanza dal Sole) fosse avvenuto nel mese di Luglio.

266. La natura delle code delle Comete ci è del tutto ignota, essendosi spacciate parecchie idee insussistenti per rapporto alle medesime. Newton è di opinione ch' esse altro non sieno, che un leggerissimo vapore sollevato dal corpo delle stesse Comete, o per virtù dell' impulso de' raggi solari, o per la rarefazione prodotta dal calorico nelle loro atmosfere, e quindi illustrato dal Sole. Corrispondentemente a ciò abbiam di sopra osservato che siffatte code (le quali estendonsi talora in lunghezza per più di 90 gradi, siccome osservossi in quella, che apparve nel 1697), rendonsi più ampie, e più sfolgoranti, qualor le Comete son più prossime al Sole: ed or soggiugniamo esser elleno sempre opposte al Sole medesimo.

La

La natura delle Comete erasi conosciuta da parecchi antichissimi Filosofi; ed è cosa da far meraviglia che Seneca, il quale impiegò tutto il libro VII delle sue *Quistioni naturali* a ragionar sulle Comete, ne parla con tanta sublimità, e quasi in modo, che meglio forse non potrebbe ragionarne un Filosofo moderno.

267. La comparsa delle Comete è stata per più secoli oggetto di terrore, riguardandosi generalmente dal volgo come un presagio di guerra sterminatrice, di orrenda peste, o d' altri luttuosi disastri. Ecco come esprime siffatto pregiudizio l' incomparabil Torquato nel libro settimo della sua Gerusalemme liberata:

*Qual con le chiome sanguinose orrende*
*Splender Cometa suol per l' aria adusta,*
*Che i Regni muta, e i fieri morbi adduce,*
*Ai purpurei Tiranni infausta luce.*

A' dì nostri però si riguardano come tanti Pianeti, che si aggirano in orbite particolari (*a*).

268.

(*a*) A contrapporre la falsa idea, che regna pur troppo presso taluni, anche a' dì nostri, ecco qui una ottava del Canto II. del mio Poema Astronomico, ove ragionasi delle Comete:

*Queste, che fur credute un dì nel mondo*
*Segni funesti apportator di mali,*
*E cagion furo di dolor profondo,*
*Nel sen d' ignari, e creduli mortali;*

*Son*

263. Newton fu d'avviso esser le Comete destinate a due usi principalissimi; cioè a dire ad essèr di tratto in tratto assorbite dal Sole per servirgli di pabolo, e rinfrancarlo così della perdita enorme, a cui soggiace per la perenne emission della sua luce; ed a versare nella nostra atmosfera di tempo in tempo, qualor le passan molto davvicino, una parte di quel vaporoso nembo, onde vengon formate le loro code, affin di rimpiazzare quella inestimabile quantità di umore, cui la terra trasfonde alla giornata nella schiera immensa de' vegetabili, la cui sostanza passando in ultimo, in forza della putrefazione, a convertirsi in terra, aumenterebbesi questa fuor di modo nell'atto che la massa de' fluidi si andrebbe scemando di giorno in giorno. Converrebbe consultare la Teoria della Terra escogitata da Whiston, e da Buffon, per poter avere idea de' grandiosi cangiamenti cagionati alla Terra medesima, ed all' intero nostro Sistema, in virtù di Comete, cui han finto es-



*Son Astri in vero, e 'l Sol sostienne il pondo;*
*E van con leggi a tutti gli altri eguali;*
*Tal ch' è ormai giunto il fortunato istante,*
*Che può predirsi il rieder lor costante.*

Questo Poema ha per titolo: *Viaggio Celeste*, ripartito in cinque Canti con moltissime note astronomiche, fisiche, e mitologiche, stampato in Napoli nell' anno 1805, ma pubblicato da pochi anni per cagione di talune vicende.

essere strisciate di presso non meno alla Terra, che al Sole. Checchè ne sia di coteste bizzarre, e romanzesche supposizioni, certo si è che alcuni degli stessi Astronomi han contribuito a far rinascere sentimenti di terrore alla comparsa delle Comete, dando a credere ch'elleno potrebbero esser disturbate nella varia loro carriera dall'attrazion de' Pianeti, e quindi passando in gran vicinanza della Terra, della Luna, o anche de' rimanenti Pianeti, cagionar potrebbero qualche sorta di sconvolgimento funesto nell'attuale Sistema dell'Universo. Ad oggetto di bandire dall'animo ogni timore, che derivar potrebbe dalle Comete, sappiasi in primo luogo di essersi già stabilito dal Newton che tutte le orbite delle Comete conosciute fino ai suoi dì, erano disposte in modo che rendevasi impossibile qualunque funesta conseguenza, che dal loro incontro produr si potesse. Aggiungasi in secondo luogo che niuna delle Comete finora conosciute ha dato alcun motivo di timore agli Astronomi: elleno son tutte passate senza produrre alcun danno, nè han cagionata la minima perturbazione nel Cielo, nè gli Astronomi sono stati obbligati a fare il più lieve cangiamento nelle Tavole astronomiche. Conchiudiamo dunque col Signor Delambre che le Comete non possono offrire al pubblico che uno spettacolo sorprendente, ai saggi un soggetto di medita-
zio-

zione, ed agli Astronomi un incoraggiamento per istituire nuovi calcoli onde meglio stabilirne le orbite, per determinar la distanza, e rimarcare quelle particolarità onde si possan riconoscere nella nuova loro apparizione. A deporre totalmente ogni sorta d'inquietudine, e di spavento, che incuter potessero le Comete a' pusillanimi, basta leggere le profonde, e ragionate considerazioni rapportate dal mentovato Signor Delambre verso il fine del Capitolo 33. nel Vol. 3. della sua Astronomia.

269. Il numero delle Comete è assai grande; e di tempo in tempo se ne vanno scoprendo delle nuove. V'ha chi crede che ve ne sieno oltre a 300. Quelle però di cui si sono abbozzate le orbite, aggiuntavene un' altra, di cui si è stabilito il periodo, ascendono a 117 fino all'A. 1812; e se ne può vedere il catalogo distinto nell'Astronomia del citato Signor Delambre (*a*). Ma da quell' epoca fino al passato anno 1821 ne sono apparse altre otto; sicchè il loro numero totale fin oggi ascende a 125.



(*a*) Vol. III. pag. 409, e seguenti.

## ARTICOLO IV.

*De' Pianeti in particolare, della loro Natura, Grandezza, e Distanza dalla Terra, e de' loro Moti periodici.*

270. Gran mercè alle avventurose veglie, ed alle severe investigazioni d'illustri recenti Astronomi, il numero de' Pianeti si è nel tratto di pochi lustri considerevolmente accresciuto, annoverandosene finora undici *primarj*, compresi quelli, ch'erano conosciuti dagli antichi. I loro nomi, e l'ordine, con cui si aggirano intorno al Sole come a lor centro, sono i seguenti: Mercurio, Venere, la Terra, Marte, Vesta, Giunone, Cerere, e Pallade, Giove, Saturno, ed Urano: e per somigliante felice avventura sono parimente divenuti più numerosi i Pianeti *secondarj*, che ora ascendono al numero di diciotto. Mentrechè andrem ragionando dei *primarj* secondo l'ordine delle loro posizioni nel Cielo, tornerà bene il parlare benanche de' *secondarj*, che intorno a quelli si aggirano.

### *IL SOLE.*

271. Il Sole, ossia il Luminare maggiore, ond' è occupato il centro sensibile dell'Universo, è un globo d'enorme grandezza, il quale aggirandosi *soltanto intorno al suo asse*, vibra per virtù della forza centrifuga,

fuga, che acquista per tal mezzo la luce che ha in seno, un immenso sfolgorante rivo di splendore con vigore inconcepibile tutt' all' intorno. Forma egli colla sua presenza il giorno, e col suo mezzo distinguonsi le ore, i mesi, e gli anni. Il suo nascer dall' Orizzonte annunzia la maestà del suo Creatore; e mentrechè gradatamente s' innalza, fa onta tratto tratto alle rosee bellezze dell' Aurora, che pur non son che suo dono; fa dileguar lo splendore delle stelle le più sfolgoranti, e più belle; e riscalda, vivifica, e fa ridente tutta la Natura (a).

272. Cotesto benefico Luminare dotato dall' Onnipotente d' una prodigiosa forza attrattiva, trae a se efficacemente tutti i corpi celesti, e se li fa rivolger d' intorno in varie distanze, ed in orbite ellittiche non molto diverse da cerchj, giusta le leggi dichiarate negli Articoli antecedenti. Laonde a ben ragionare non è egli un Pianeta, ma riguardar si dee come una Stella fissa. Non è possibile il determinare, se nella massa del Sole siavi della materia combustibile, ch'arda perennemente, oppure se sia composto di pura materia ignea. È bello il



(a) Chi ha vaghezza di leggere i pregi, ed i salutari influssi del Sole poeticamente descritti, legga il mio Inno al Sole nel Vol. I. del mio *Saggio di Poesie* pag. 63.

vederlo per mezzo di un Telescopio di mediocre ingrandimento, la cui lente oculare ricuoprasi con un cristallo bene affumigato, affinchè i suoi raggi non offendano punto l'occhio dello Spettatore: senza di che perderebbesi la vista in breve tempo, come ne fanno deplorabil testimone Galileo, e Cassini, i quali per non aver usato delle precauzioni al grado conveniente, morirono ciechi (*a*). Comparisce egli allora come un globo infocato scevero d'ogni splendore. Il suo diametro uguaglia a un dipresso 365 mila, 502 leghe comuni di Francia, ciascuna delle quali è poco più di due miglia, e mezzo d'Italia. La sua grandezza, ossia il suo volume, supera di un milione e 395 mila volte quello della nostra Terra; e la sua distanza *media* (*b*) dalla medesima si è calcolato ascen-

(*a*) Cotesta precauzione rendesi più necessaria nel nostro clima d'Italia, dove per la serenità del Cielo la luce solare è molto più viva. I cristalli affumigati, ond'io faceva uso in Inghilterra, mi è convenuto di renderli più foschi per poter osservare impunemente il globo del Sole.

(*b*) Il corso de' Pianeti facendosi su orbite ellittiche per virtù delle forze centrali da cui sono trasportati intorno al Sole, dee necessariamente avvenire che vi sia un punto di quelle orbite, in cui essi si trovano nella massima distanza dal Sole medesimo, ed un altro, ove sono nella minima. Quindi è che dagli Astronomi tiensi anche conto della distanza *media*, o sia di quella, che tra la massima, e la minima trovasi frapposta.

scendere a 39 milioni, 229 mila leghe: la quale d'altronde si aumenta, e scema secondo le stagioni, sicchè fra la massima, e la minima v'ha la differenza di 577246 leghe. All'intorno del suo disco si ravvisano alcune macchie di color nero, e di forma irregolare; e variabile, delle quali ignoriam la natura; e dal cui moto si è giunto a scoprire che egli si aggira intorno al suo asse nello spazio di 25 giorni, 14 ore, ed 8 minuti. Il Signor de la Lande, seguìto da altri Astronomi illustri, tien ferma opinione che il Sole oltre all'aggirarsi intorno al proprio asse, abbia eziandio un movimento di *traslazione* nello spazio celeste, traendo, e trasportando seco nel tempo stesso tutt'i Pianeti; ma che un tal fenomeno, da cui deriveranno coll'andar de' secoli conseguenze importantissime, non si potrà da noi ravvisare, se non quando l'intero Sistema sarà tanto avanzato verso questa, o quella parte del Cielo, che ci potremo accorgere della maggior vicinanza delle Stelle fisse a quella tal parte. Concordemente a ciò pretende Herschel che siffatto avanzamento, tuttochè lentissimo, sia effettivamente addivenuto, e prosegua tuttavia verso la Costellazione di Ercole.

MERCURIO.

273. Il Pianeta più prossimo al Sole è Mercurio, per esserne discosto 15 milioni, 185 mila, 465 leghe. Dal che si deduce che lo splendore, e 'l calor del Sole debbano esser quivi sette volte più gagliardi che sulla nostra Terra, essendo l'attività della luce, e del calorico nella reciproca ragione de' quadrati delle distanze, come si è dimostrato per la forza di gravità (§.78), e come dimostreremo trattando della luce; e che gli abitanti di Mercurio, se pur ve ne sono, debbano vedere il Sole sette volte più grande di quel che noi lo veggiamo; inoltre la loro costituzione esser dee molto diversa dalla nostra, per poter resistere ad un grado di calore così intenso. Il vivacissimo splendor del Sole, in cui è avvolto, non ce lo rende molto visibile, tranne il tempo del suo passaggio sul disco solare (ciocchè per altro avvien ben di rado), allorchè scorgesi a pieno distinto, e rotondo come gli altri Pianeti. Possono distinguersi le sue fasi, qualor si trova nella parte inferiore della sua orbita. Il signor Schroeter assicura che le montagne di Mercurio sorpassano in altezza quelle della Terra, e che la sua atmosfera è molto densa. Ha egli 1255 leghe di diametro: il suo volume è la quindicesima parte di quello della Terra, e la sua distanza media dal Sole è a

è a un dipresso a quella della nostra Terra dal Sole medesimo come 38710 a centomila. Esegue egli il suo giro nello spazio di 87 giorni, 23 ore, ed alcuni minuti, scorrendo 39 mila, 584 leghe per ora. Dal che ne segue che il suo anno è circa la quarta parte del nostro.

*VENERE.*

274. A Mercurio sovrastà Venere, il più luminoso fra tutt' i Pianeti dopo la Luna. La sua luce è fulgidissima, e chiara, ond' è che talvolta ravvisasi nel Cielo a pieno giorno. Il tempo, in cui egli appar più luminoso, non è quello della sua pienezza, ma bensì quand' egli è falcato, come osserveremo nel §. seguente; e ciò per la ragione ch' egli in cotal tempo ritrovasi molto più vicino alla Terra (*a*). In quest'epoca è bello il vedere la striscia di viva luce, che egli produce sul mare in tempo di notte. Il suo diametro è di 3138 leghe, ed il suo volume è della nona parte più picciolo della Terra: esegue poi il suo giro intorno al Sole in 7 mesi, 14 giorni, e 23 ore, scorrendo 28 mila, 953

(*a*) Lo splendor di Venere è così sfolgorante, che per osservarla ben terminata e distinta co' Telescopj, fu d' uopo coprire la lente oculare con una lastra di cristallo verde, onde affievolirne il fulgore.

953 leghe per ogni ora. La sua distanza media dal Sole istesso ascende a 28 milioni, 575 mila, e 600 leghe. Il suo moto di rotazione intorno all'asse si fa nell'intervallo di 23 ore, giusta il sentimento di Cassini, il quale lo rilevò per mezzo delle macchie da esso lui osservate sul disco di un tal Pianeta: nè egli, nè Mercurio trovansi giammai in opposizione col Sole; vale a dire, che tra essi, e 'l Sole non si scorge giammai frapposta la Terra: hanno bensì due congiunzioni con quello; una *superiore*, qualora si veggono al di là del Sole, e l'altra *inferiore*, quando trovansi collocati fra il Sole, e la Terra. Il diligentissimo osservatore Schroeter fornito di Telescopj eccellenti ha ravvisato delle montagne nel Pianeta di Venere, ed una atmosfera assai densa; non altrimenti che in Mercurio.

275. Il Pianeta di Venere è soggetto a fasi ugualmente che la Luna, scorgendosi ora rotondo, ed or falcato. Sono elleno visibilissime anche col mezzo di Telescopj di mediocre ingrandimento, e formano una pruova ben manifesta che il Pianeta di Venere trovasi talvolta al di là, e talora al di quà del Sole: chiaro argomento della falsità del Sistema di Tolommeo, secondo cui l'orbita di Venere circonda la Terra. Se ciò fosse, non potrebbesi egli ritrovar giammai al di là del Sole, e perciò non potrebbe soffrir delle fasi. Quindi è che Ga-

Galilei ( da cui furono osservate per la prima volta nell' A. 1610, allorchè seguì la pregevolissima scoperta del Cannocchiale ) riguardolle come una pruova evidente del Sistema Copernicano ( §. 252 ). Per concepir la forza di siffatte pruove gioverà considerarle un poco sulle Figure 2, e 3 della Tavola V, od anche meglio sulla Figura 5 della Tavola VI. La cagione, che produce le dette fasi, non è punto diversa da quella, che genera le fasi lunari, di cui or ora darem la spiegazione.

276. Il Pianeta di Venere è compagno indivisibile del Sole, da cui si discosta tutt' al più per 48 gradi; ed avviene ch' or lo preceda, ed or lo segua. Dopo di esser seguita la sua congiunzione inferiore, fassi egli veder nel Cielo presso all' Oriente innanzi il levar del Sole: prende egli allora la denominazion di *Lucifero*, di *Fosforo*, oppure di *Stella del mattino*; laddove dicesi *Espero*, ovvero *Stella vespertina*, qualor comparisce la sera verso l'Occidente dopo il tramontar del Sole.

277. Siccome l'orbita di Venere intersega in due punti l' Eclittica, ossia la traccia percorsa apparentemente dal Sole; avviene talvolta, e propriamente allorchè Venere trovasi in uno de' detti punti d' intersezione ( che diconsi *Nodi* ), ch' ella veggasi passare sul disco solare a guisa di una macchia nera, e rotonda. Questo è ciò, che di-

dicesi *passaggio di Venere*, di cui fanno grand' uso gli Astronomi per rinvenire la parallasse di Venere, e quindi la distanza sì del Sole dalla Terra, come di tutti i Pianeti fra loro, e dal Sole medesimo; la qual cosa intenderassi meglio tra poco, allorchè si verrà a ragionare della parallasse. Un tal passaggio però succede assai di rado: i due ultimi avvennero nel 1761, e 1769, e parecchi Astronomi furono spediti a varie parti del mondo per poterlo osservare. Con tal mezzo ci si renderono note accuratamente le mentovate distanze. Il primo passaggio in avvenire succederà nel 1874.

278. Il Pianeta di Venere, e quel di Mercurio diconsi *Pianeti inferiori*, attesochè le loro orbite trovansi avvolte da quella della Terra, a differenza de' rimanenti Pianeti, che si denominano *superiori*, per cagione che le loro orbite sovrastanno all'orbita terrestre.

### LA TERRA.

279. Segue a Venere la Terra, la cui distanza dal Sole si è già dichiarata di sopra (§. 272). Ha ella 3171 leghe di diametro, e descrive il sentiere dell' Eclittica in 365 giorni, 5 ore, e 49 minuti, scorrendo 24 mila, 629 leghe per ora. In forza del suo moto diurno intorno all'asse, di cui ragioneremo tra poco, gli abitanti dell' Equatore scorrono 238 tese in ogni minuto secondo: il

il qual cammino differisce di poco da quello, che suol fare la palla di un Cannone da 24 nel primo secondo. Della sua figura, e delle importanti conseguenze, che ne derivano, parleremo più opportunamente in altro luogo.

### LA LUNA.

280. La Terra è circondata dalla Luna, ch'è un Pianeta secondario, ovvero un *Satellite*, come si è già detto (§. 252). Ha ella 782 leghe di diametro; il suo volume è quarantanove volte minore di quello della Terra, da cui è lontana 86 mila, 324 leghe. Che però è ella 400 volte meno distante dalla Terra, che il Sole. Fa ella il suo giro intorno alla Terra stessa in 27 giorni; 7 ore, e 43 minuti, rivolgendosi nel tempo medesimo insieme colla Terra intorno al Sole. Questo è ciò, che dicesi *Mese periodico*: ma siccome dopo di aver ella terminato interamente un tal corso, non ritrova la Terra nel punto, ove l'avea lasciata nel cominciarlo, per esser quella avanzata nella sua carriera per l'annuo suo movimento, fa mestieri ch'ella v'impieghi altri 2 giorni, 5 ore, 1 minuto, e 3 secondi per raggiugnerla, o per meglio dire per porsi di bel nuovo fra la Terra, e 'l Sole. Or cotesto sovrappiù, aggiunto al mese periodico accennato di sopra, forma lo spazio di 29 giorni, 12 ore, 44 minuti, e 3 se-

3 secondi, che si denomina propriamente *Mese sinodico* della Luna, ossia *Lunazione*, essendo l' intervallo di tempo, che si frappone fra la nuova Luna, e l' altra consecutiva. Non v' ha cosa, che rappresenti più al vivo i mentovati due mesi lunari, quanto gl' indici di un oriuolo. Collocate l' indice delle ore sul numero XII del quadrante, e quello de' minuti sul numero 60; ed imminaginatevi esser quello il Sole, e questo la Luna. Quando l' indice de' minuti, scorsa che sia un' ora, ritornerà di bel nuovo sul numero 60, l' indice delle ore sarà già avanzato al numero I, sicchè dovrà quello scorrere più di 5 altri minuti per poterlo raggiugnere.

281. Il cammino orario della Luna è di 828 leghe. È cosa osservabile, ch' ella esegue il suo moto intorno al proprio asse nell'istesso tempo precisamente, in cui si rivolge intorno alla Terra: dal che ne avviene che tien sempre rivolta a questa la medesima faccia. D' altronde i moti della Luna sono così complicati, ed irregolari, ch' eludono la perspicacia, e la diligenza de' migliori Astronomi moderni, che non possono giugnere in verun modo a determinarli colla dovuta precisione, ed accuratezza. È questa un' antica doglianza, cui Plinio rammenta elegantemente nel libro II della sua *Storia Naturale* in questi termini: *multiformi haec ambage torsit ingenia contem-*

*templantium*, *et proximum ignorari maxime sydus indignantium*.

282. È agevole il ravvisar nella Luna, anche col mezzo de' Telescopj ordinarj, parecchie cavità, e prominenze considerabili. Veggonsi queste talvolta cangiar di aspetto, secondochè sono illustrate diversamente dal Sole; e non son altro che monti, valli, e piane contrade, e forse anche mari. Varj Astronomi le hanno rappresentate al vivo, formandone delle Carte, dette *Selenografiche* (giacchè in greco σελήνη *selene* vuol dir Luna), non altrimenti che la superficie della Terra vedesi rappresentata sulle Carte geografiche. Hevelio ne ha pubblicato delle eccellenti nella sua *Selenografia*, ove scorgesi l'apparenza non solo della Luna piena, ma anche di tutte le sue fasi. Quella di Cassini è parimente pregevolissima. Noi nella Figura 1 della Tavola VII abbiam rappresentato la Luna piena giusta le osservazioni del Signor de la Lande. Il P. Riccioli assegnò a' monti lunari varj nomi d'uomini illustri, cioè a dir di *Copernico*, *Ticone*, *Galilei*, *Aristarco*, ec., laddove Hevelio diede loro la denominazione di *Monte Sinai*, *Monte Tauro*, *Monte Porfirite*, ec., ed alle macchie ombreggiate quella di *Mare Iperboreo*, *Mare della Tranquillità*, *Mare della Serenità*, ed altre tali.

Tav. VII. Fig. 1.

283. Quando osservasi la Luna per mezzo di

di un buon Telescopio con un ingrandimento di oltre a 100 volte, resta colpito l' osservatore dalle nuove mirabili apparenze di quel Pianeta. Scorgesi egli alla guisa di un globo non più splendente di luce argentina, ma bensì di color bianco lievemente giallognolo, qual sarebbe quello d'un intonaco alquanto invecchiato. Non vi si veggono più quelle tante varietà d'ombra, e di luce, che ravvisansi ad occhio nudo, od anche in forza di un Cannocchiale di picciolo ingrandimento: scorgonsi bensì di tratto in tratto delle molte cavità a foggia di una conca coll'orlo rilevato di figura circolare, oppure ovale; ed in alcune di esse un punto rilevato nel centro, non altrimenti che apparisce d' ordinario una scoria di ferro, che abbia sofferto un fuoco violento. In alcuni siti veggonsi de' lunghi e tortuosi screpoli come in un intonaco danneggiato. E quando comincia si a riguardare l' orlo illuminato della Luna dopo il terzo, o quarto giorno del Novilunio, fa grandissima sorpresa il vederlo pertugiato, diciam così, da un infinito numero di cavità oscure, e profonde, il cui lembo interiore vien talvolta illuminato fino a un certo segno dalla luce del Sole. Coteste cavità sono vicinissime l' una all' altra come avvenir suole in una pomice illesa, dopo d' essere stata eruttata da un Vulcano. Forzando l' ingrandimento oltre a 200 volte col mio Telescopio acromatico di Dollond di sette

sette piedi di foco, non ho ottenuto che un maggiore ingrandimento delle parti fin quì descritte, senza che se ne alterasse in verun modo la forma.

284. Il misurar l'altezza de' monti lunari riesce agevolissimo agli Astronomi paragonandola al raggio della Luna. Il primo a misurarla fu l'insigne Galilei dopochè costruì per la prima volta il Cannocchiale; ma le misure posteriori di Hevelio si reputano più esatte. Il Monte Porfirite, ossia l'Aristarco del P. Riccioli, riputossi da Hevelio un Vulcano estinto; e benchè questa idea d'esserci de' Vulcani nella Luna abbia potuto fin al dì d'oggi sembrar romanzesca a taluni, ora però, che il Sig. Guglielmo Herschel ha inventato un nuovo Telescopio, il cui ingrandimento supera di gran lunga quello di tutti gli altri finora conosciuti, poichè aumenta il diametro degli oggetti presso a sette mila volte, sappiamo di aver egli ravvisato non ha guari, tre Vulcani nella Luna, due dei quali scorgesi d'essersi estinti, e'l terzo getta attualmente delle fiamme, ed una gran lava infocata. La sua grandezza, com'egli asserisce, supera di molto quella del nostro Vesuvio: il diametro del *Cratere* da esso lui misurato fassi ascendere a tre miglia, e la lunghezza della lava è di sessanta. Merita d'esser consultata la sua Memoria, inserita nelle Transazioni Anglicane per l'A. 1788. Ciò non ostante non debbesi dissimulare che al

 dì

dì d' oggi i Vulcani lunari riguardansi da molti come semplici apparenze cagionate dall'attitudine diversa delle varie parti del globo della Luna a rimandare a noi la luce solare, che dalla Terra riceve. L'anzidetto insigne scopritore di nuovi Mondi nacque in Hannover nel 1738. Dopo di aver servito in un Reggimento Hannoverese, trasferissi nell'Inghilterra, ed andò a stabilirsi nella Città di Bath in qualità di professore di musica, ch'egli avea naturalmente appreso. Quivi tratto da violenta passione per l'Astronomia, e per l'Ottica, per forza di genio, e senza verun maestro, si è aperto un nuovo, e luminoso sentiere alla gloria, costruendo nuovi Telescopj, e consecrandosi interamente alle osservazioni astronomiche. Oltre al Telescopio di 20 piedi, con cui ci ha renduta più estesa la cognizione del Cielo, ne ha egli costrutto un altro recentemente, ch' è cagion di stupore, essendo della lunghezza di circa 40 piedi, e di presso à 5 piedi di diametro. Ha egli già incominciato a far con esso delle grandi scoperte; e non v' ha dubbio che sotto i gloriosi auspicj del gran Monarca Britannico ci proccurerà in appresso delle cognizioni più estese, e più precise intorno a'corpi celesti.

285. Non mi sembra fuor di proposito il dar qui un'idea della costruzione di cotesto ammirabile strumento, di cui non si ha presso

presso di noi veruna cognizione. Il sostegno del piedestallo del gran Telescopio di Herschel ha la forma di un cono troncato, alto 50 piedi, la cui base ha 40 piedi di diametro. Su tal piedestallo poggia il tubo prodigioso del Telescopio, composto di ferro battuto, lungo 39 piedi, e 4 pollici, e di 4 piedi e 10 pollici in diametro (*a*). Egli è sospeso sì fattamente per via di catene di ferro, e di corde, che passano su pulegie, che colla semplice forza di una mano applicata ad una manovella può facilmente elevarsi, inclinarsi, o muoversi intorno a seconda delle osservazioni, che si vogliono fare: e pure il peso di cotal tubo ascende a più di quattromila libbre di sedici once l'una.

286. Nel fondo di cotesto gran tubo evvi uno specchio concavo di metallo, del diametro di 4 piedi e un pollice, e del peso di 2118 libbre.

287. L'Astronomo osservatore è collocato in una spezie di paniere cubico attaccato al tubo del Telescopio, con cui ascende, o discende, o pur muovesi in giro ne' varj movimenti di quello; e con due portavoce fissi può far sentire a' suoi ajutanti, che stanno giù in uno stanzino, tutto ciò che

 gli

(*a*) Un piede Inglese è poco meno di un palmo e un quarto Napolitano.

gli occorre, oppur quello che osserva, per potersi notare.

288. Da tutte le osservazioni praticate intorno alla Luna sembra ormai deciso, che ella non sia circondata da veruna atmosfera: è certo almeno che la medesima non è così densa come la nostra; giacchè altrimenti non potremmo vedere il lembo lunare così chiaro, e ben contornato, nè le stelle vedrebbonsi distintamente approssimarsi, e quindi occultarsi dietro il lembo medesimo, senza soffrire veruna rifrazione, o cangiamento di colore.

289. Per poter ben intendere la cagion delle *Fasi*, oppure delle varie apparenze, a cui è soggetta la Luna, si vuol rivolgere lo sguardo alla Figura 5 della Tavola V; in cui A rappresenta il Sole, B la Terra, C, D, E, F, G, H, ec. la Luna nei varj punti della propria orbita. Essendo ella opaca, e rotonda, rendesi manifesto che ritrovandosi nel punto C, ossia nel mezzo fra il Sole, e la Terra (ciocchè dicesi essere in *congiunzione* col Sole), non può essere illuminato, se non che il suo emisfero superiore *a*; e perciò essendo allora rivolto alla Terra l'emisfero tenebroso *b*, dee necessariamente seguirne il *Novilunio*. La sua gran vicinanza al Sole ravvisasi allora chiaramente dalla comparsa, ch' ella fa la sera verso l'Occidente orlata d' un tenue filo di luce poco dopo il tramon-

Tav. V. Fig. 5.

montar del Sole. Passando poscia, nello spazio di due, o tre giorni, in D, ossia nel primo *ottante* (per esser discosta di 45 gradi, ossia dell'ottava parte del cerchio, dal punto della congiunzione C), incomincia a scoprirsi dagli abitatori della Terra una picciola porzione *c d* del suo emisfero illuminato; e quindi apparisce ella falcata, ossia cornuta, colla sua parte convessa rivolta a Ponente. Siffatta parte illuminata *c d* nello spazio di cinque, o sei giorni, divien maggiore in E, ossia *nella quadratura*, in distanza di 90 gradi, ovvero della quarta parte del cerchio, dal mentovato punto di congiunzione: rappresenta ella allora un semicerchio terminato da una linea retta; e diciamo farsi *il primo quarto*: discostandosi ella in seguito semprepiù dal Sole, divien molto maggiore, e più luminosa in F, ovvero nell' altro *ottante*, fin a tanto che giunta, nell'intervallo di sette, o otto giorni, in G, ossia in *opposizione col Sole* (per cagione dell' interposizione della Terra), rendesi visibile a questa tutto l' emisfero illuminato *c d*; e quindi avviene il *Plenilunio*, apparendo ella perfettamente rotonda, e dotata di luce assai risplendente. Dimostra ella di essere allora in opposizione col Sole, per mezzo del suo apparire sull'Orizzonte dal canto orientale nell' atto stesso che il Sole tramonta, inguisachè ascende poi sul

 Me-

Meridiano nel punto preciso di mezza notte. Nello scorrer poscia il rimanente dell'orbita accostandosi al Sole, vedesi levare sempre più tardi, e propriamente 48 minuti, e 46 secondi il giorno, e la sua parte illuminata si va nascondendo di mano in mano agli abitatori terrestri a misura che passa nei punti H, I, K, apparendo cornuta di bel nuovo colla sua convessità rivolta a Levante; onde trasse l'origine il volgar proverbio: *gobba a Ponente*, *Luna crescente*; *gobba a Levante*, *Luna mancante*; poichè la Luna dicesi *crescere* durante il tempo, che impiega per passare da C in D, in E, in G, ossia dal Novilunio al Plenilunio; laddove dicesi *mancare* durante il suo corso da G in H, in I, in C, ovvero dal Plenilunio all'altro Novilunio. Questi due punti sogliono comunemente denominarsi *Sigizie*.

290. Se l'orbita lunare non intersegasse quella della Terra, vale a dire l'Eclittica, dovrebbesi ella immancabilmente *eclissare* in ogni Plenilunio; imperciocchè essendo ella in quel tempo in opposizione col Sole, il corpo opaco della Terra, che si tramezza, intercetterebbe il lume solare; e gettando la sua ombra sopra la Luna, andrebbe ad oscurarla; ch'è quel che dicesi *Eclisse*. Così d'altra parte verrebbesi ad eclissare il Sole in ogni Novilunio, a motivo che la Luna ritrovandosi allora in mezzo fra la Terra, e'l Sole, intercetterebbe i raggi solari, e copri-

prirebbe colla sua ombra la faccia della Terra, ch'è quella, che in realtà si eclissa qualor diciamo eclissarsi il Sole, ch'è il fonte della luce. Tuttociò apparisce chiaro nella Figura 6 della Tavola V, ove C rappresenta la Luna in congiunzione col Sole, ed X la sua ombra estesa fin sopra la Terra, indi G la Luna in opposizione col Sole, e Z l'ombra della Terra, che ricuopre, e fa oscurare la Luna. Or tali eclissi non accadono, se non quando i detti Pianeti incontransi appuntino, ovvero a un dipresso, nella direzione de' *Nodi*, o vogliam dire dei punti S, T, ove l'orbita della Terra, ossia l'Eclittica M N O, tagliasi a vicenda coll'orbita lunare PQR. In distanza notabile da cotali punti, come sarebbe in A, in B, ec., non può la Terra impedire che la luce solare venga tramandata al globo della Luna, nè questa vietare che la luce medesima venga scagliata sulla Terra, essendo le loro orbite in due piani diversi.

Tav. V. Fig. 6.

291. Nel modo che abbiam dimostrato succeder gli eclissi, e le fasi della Luna, avvengono similmente quelli degli altri Pianeti.

292. In tempo che la Luna comincia la sua crescenza, ossia due o tre giorni dopo il Plenilunio, accade un fenomeno singolarissimo, qual è quello che oltre alla porzione del suo lembo, ch' è vivamente illuminata, scorgesi tutto il rimanente del suo

disco illustrato da una luce debolissima, tale però da poter chiaramente discernere il disco medesimo. Cotesta luce dicesi dagli Astronomi *luce cenericcia*, rassomigliandosi il suo colore a quello della cenere. A dir vero si è ignorata per lungo tempo la cagione di un tal fenomeno; ora però convengono gli Astronomi che ciò derivi dalla luce solare rimbalzata dalla Terra sul globo della Luna, nella guisa appunto che lo splendor della Luna vien rimbalzato sulla nostra Terra. Ed in fatti il globo terrestre illustrato dal Sole sembrar dee agli abitanti lunari, se pur ve ne sono, come una grossa Luna, tredici volte più grande, e più luminosa della Luna medesima, la cui superficie è tredici volte minore di quella della Terra. Al che si aggiugne che in tempo della Luna crescente trovasi ad essa rivolto tutto l'emisfero terrestre illuminato dal Sole. Laonde non è meraviglia che una luce sì copiosa, e sì viva, tramandata sul disco tenebroso della Luna, ce lo faccia scorgere debolmente rischiarato, come si è detto (*a*).



(*a*) Intorno alla debole efficacia de' raggi lunari, ed alla notabile grandezza, onde la Luna si manifesta nel suo nascere, ragioneremo più opportunamente nella Lezione *sulla Luce*.

293. Marte è superiore alla Terra, da cui è lontano 54 milioni, 772 mila, 960 leghe; ond' è che i suoi abitatori vedrebbero il Sole quasi per metà più piccolo di quel che a noi apparisce; e la sua luce, e 'l suo calore, prodotto dal Sole sarebbero parimente quasi la metà del nostro; e propriamente come 4 a 9, che sono i quadrati di 2, e 3, ossia delle distanze proporzionali della Terra, e di Marte dal Sole (*a*). Ha egli 1693 leghe di diametro: il suo volume è la settima parte di quello della Terra; e scorrendo l' annua sua orbita in 1 anno, 321 giorni, e quasi 23 ore, fa un cammino di 19 mila, 944 leghe per ora. È manifesto il suo moto intorno al proprio asse, il quale osservato da Cassini, e da Maraldi, per via delle macchie esistenti sul corpo del Pianeta, si è rinvenuto eseguirsi nello spazio di 24 ore, e poco più di 39 minuti.

294. Lo splendor di Marte è alquanto rosseggiante, onde distinguesi agevolmente dagli altri Pianeti. Ciò induce gli Astronomi a credere d' esser egli avvolto d' un' atmosfe-

(*a*) L'efficacia della luce, e del calorico, è nella ragione inversa de' quadrati delle distanze, siccome si è dimostrato per rapporto alla forza di gravità (§. 78), e come dirassi più particolarmente nella Lezione sull'Ottica.

sfera molto densa, atta a rifrangere poderosamente i suoi raggi; tanto vieppiù che le stelle talvolta passando lungo il suo disco, veggonsi oscurarsi notabilmente, tutt' altrimenti da ciò, che abbiam detto (§. 288) succedere rispettivamente alla Luna. È egli soggetto a fasi al par della Luna; e noi lo scorgiam *pieno* sì nella congiunzione, che nell' opposizione col Sole. È da riflettersi ch' essendo egli in opposizione col Sole, trovasi realmente più vicino alla Terra, che nella sua congiunzione; ed è questa una pruova dimostrativa della falsità del Sistema Tolemaico; imperciocchè un tal fenomeno non può addivenire, se non che nel Sistema Copernicano, siccome scorgerassi facendone l' applicazione sulla Fig. 3. della Tavola V. Nel Sistema Tolemaico la distanza di Marte dalla Terra sarebbe la medesima sì nella sua opposizione, come nella congiunzione col Sole, siccome apparisce dalla Fig. 2 della Tavola testè citata.

Tav. V. Fig. 3.

Fig. 2.

295. Non si comprende per verità come Marte non sia fornito di alcun Satellite, quandochè la Terra, ch' è più prossima al Sole, ne ha uno, e gli altri Pianeti superiori ne hanno anche di più. La notte dunque in Marte esser dee sempre tenebrosa, o la Natura ha dovuto provvederlo d' altri mezzi per poterlo rischiarare in tempo di notte. Scorgonsi nel suo disco alcune fasce assai tenui, parallele al suo Equatore,

come

come altresì differenti macchie, il cui aspetto vedesi di tratto in tratto cangiar sensibilmente.

### *VESTA, GIUNONE, CERERE, PALLADE.*

296. Gli antichi Astronomi credevano che non vi fosse alcun Pianeta fra Marte, e Giove. Il solo Keplero sul declinar del secolo XVI. fu il primo che si avvisò doverci essere un Pianeta in cotesto spazio celeste, attesochè le distanze, che vi sono fra Mercurio, e Venere, fra questa, e la Terra, fra la Terra, e Marte, e finalmente fra Giove, e Saturno van crescendo in doppia ragione a un di presso; dovechè la distanza fra Marte, e Giove è in ragione quadrupla. Cotesta dissonanza dunque, da cui sembrava interrotta, e perturbata la mirabile armonia, che scorgesi da pertutto regnar nel Cielo, trasse Keplero a credere che vi fosse un altro Pianeta intermedio fra Marte, e Giove. Gli Astronomi de' nostri tempi facendo attenzione su tal idea di Keplero, ed ajutati dai loro calcoli, ripntarono tanto probabile l'esistenza di cotal Pianeta, che occuparonsi di proposito a rinvenirlo nel Cielo. I due principali promotori di questa impresa verso il fine del passato secolo XVIII. furono il Sig. Bode, e 'l Barone di Zach; il primo Astronomo di Berlino, e l'altro di Saxen-Gotha. Nell' atto che tanti Astronomi su-

sudavano indarno per rintracciare siffatto Pianeta, ebbe la sorte di rinvenirlo il P. Piazzi nell' anno 1801 dall' Osservatorio di Palermo, e diegli il nome di *Cerere Ferdinandea*, consecrandolo ad eternar la memoria del nostro Augusto Sovrano Ferdinando Borbone.

297. Dopo la scoperta di Cerere, se ne scoprirono successivamente altri tre anche fra Marte, e Giove: sono questi Pallade, Giunone, e Vesta. Lo scopritore di Pallade fu il Dottor Olbers Astronomo di Brema in Germania nell' anno 1802; quello di Giunone fu rinvenuto nel 1804 dal Sig. Harding a Lilienthal, e finalmente il Pianeta di Vesta fu scoperto dallo stesso Olbers nel 1807. L' ordine, e la situazione di cotesti quattro Pianeti per rapporto al Sole ch' è il centro de' loro movimenti al par di tutti gli altri; come altresì i tempi periodici delle loro rivoluzioni sono i seguenti.

298. Vesta è allogato il primo al di sopra di Marte, e fa la sua rivoluzione intorno al Sole in 3 anni, 232 giorni, e 14 ore. La sua distanza media dal Sole è di 92 milioni, 755 mila, 375 leghe.

299. Segue in ordine Giunone, che rivolgesi intorno al Sole in 4 anni, 135 giorni, e 18 ore. Nella sua distanza media è lontano da quello 104 milioni, 755 mila, 832 leghe.

300. Al di sopra di Giunone vi è Cerere, che fa la sua rivoluzione intorno al Sole in

4 anni,

4 anni, 221 giorni, e 10 ore. La sua distanza media dal Sole è di 108 milioni, 560 mila, 480 leghe.

301. Finalmente a Cerere succede Pallade, il cui giro si esegue in 4 anni, 222 giorni, e 12 ore. La sua distanza media dal Sole è di 108 milioni, 596 mila, e 90 leghe.

302. Tutt'e quattro i detti Pianeti, per cagione della loro picciolezza, non sono discernibili ad occhio nudo, e perciò diconsi dagli Astronomi *Pianeti telescopici*. Quindi è che non è stato finora possibile di misurarne i diametri, e perciò nè la massa, nè il volume.

GIOVE.

303. A Pallade sovrastà Giove, ch'è il massimo fra tutt'i Pianeti, siccome era fra i Gentili il massimo tra gli Dei. E egli discosto dalla Terra alla sua distanza media 204 milioni, 100 mila, 280 leghe; dimodochè è cinque volte più distante dal Sole di quel che è la nostra Terra; e quindi la grandezza, e'l calor del Sole debbono esser quivi 25 volte minori di quel che si manifestano a noi (*a*). La sua distanza media dal gran Luminare è di 204 milioni, 100 mila, 280 leghe. Il suo diametro è di 35 mila, 527 leghe; e perciò il suo volume supera di 1103 volte quello

(*a*) Veggasi la nota antecedente pag. 265.

quello della Terra. Il suo moto periodico è di 11 anni, 317 giorni, e 14 ore, descrivendo in ogni ora lo spazio di 10 mila, 793 leghe. La rotazione intorno al proprio asse si fa in 9 ore, e 54 minuti circa, giusta le osservazioni di Cassini, e Maraldi. Da siffatta rapidità di rivolgimento deriva quindi lo schiacciamento notabile, che si ravvisa nel globo di Giove, le cui parti equatoriali sollevansi considerabilmente per virtù della forza centrifuga. Si è in fatto rilevato dall'Abate Rochon che il diametro, che passa pei suoi Poli, è a quello del suo Equatore, come 15 a 16. È cinto il suo disco di parecchie fasce parallele, alquanto più luminose del disco stesso: ma la lor natura non si è ancora esattamente investigata. Furono esse scoperte per la prima volta dal Galilei. Newton le credè derivate dall' atmosfera di Giove: certo è ch' esse veggonsi cangiar sovente di grandezza, di forma, e di numero, ed osservansi sparse di varie macchie anche variabili. Gioverà scorgerne la forma che hanno in generale, nella Fig. 2 della Tav. VII.

Tav. VII. Fig. 2.

304. Giove è fornito inoltre di quattro Lune, o vogliam dire *Satelliti*, invisibili ad occhio nudo, anche scoperti dall' immortal Galilei nel 1610, i quali in varj tempi, e in diverse distanze gli si aggirano intorno. Ciascuno può immaginare qual grazioso, e variato spettacolo debbono cagionare siffatte

fatte Lune agli abitanti di Giove, se mai ve ne sono. Non convengono gli Astronomi in rapporto alla loro grandezza: secondo i calcoli di Cassini, e Maraldi, i loro diametri, benchè disuguali, pareggerebbero a un di presso la metà di quello della Terra. Il vero si è che ad onta degli sforzi usati da diversi Astronomi moderni per poter misurare i diametri de' Satelliti, siam tuttavia nella massima incertezza su tal punto: appajono essi così piccioli, qualunque sia il Telescopio, che vi si adoperi, che non vi ha nulla di sicuro intorno alla loro grandezza. Gli eclissi frequenti, a cui soggiacciono siffatti Satelliti durante la loro breve rivoluzione intorno a Giove, sono di un uso grandissimo agli Astronomi per determinare la differenza di longitudine (a) tra i varj paesi della Terra, e quindi la loro distanza, onde poi si son ridotte le carte geografiche a quel grado di perfezione, cui certamente non avrebbero conseguito per via di qualunque altro mezzo finora conosciuto. Piacciavi d' immaginare, ch' essendo io in Napoli, abbia osservato che un dato eclisse d' uno de' mentovati Satelliti sia accaduto alle ore 5 della mattina, dovechè un Astro-

(a) Della longitudine, e latitudine de' luoghi si tratterà più opportunamente in appresso.

Astronomo dimorante in Londra abbia osservato, o rilevato dalle Tavole, esser quello avvenuto alle ore 5, e 59 minuti: siffatto divario di 59 minuti di tempo fra le due osservazioni darà un sicuro argomento che la differenza di longitudine tra Napoli, e Londra è di 14 gradi, e 45 minuti, assegnandosi 15 gradi per ogni ora di tempo, ed un grado per ogni quattro minuti. Ragionate in simil guisa d' altri casi di simigliante natura. La ragione si è, che rivolgendosi la Terra intorno al suo asse nello spazio di 24 ore; cioè a dire, trapassando ella in giro 360 gradi nel detto spazio di tempo; in ogni ora fassi la rivoluzione di 15 gradi del suo Equatore intorno al Sole; e quindi la differenza del mezzogiorno ( e così delle altre ore ) tra que' luoghi della Terra, i cui meridiani sono distanti 15 gradi l'un dall'altro, equivale ad un'ora. Da quì deriva l' ordinaria pratica degli Astronomi di convertire le ore in gradi, ed al contrario.

305. Per mezzo degli eclissi de' Satelliti si è fatta benanche l' interessante scoperta della *successiva propagazion della luce*, essendosi dimostrato per via di accurate osservazioni che la luce del Sole in tempo della sua distanza media dalla Terra impiega 8 minuti primi, e 7 secondi e mezzo per giugnere alla medesima. Tuttociò sarà posto in chiaro quando tratteremo dell'Ottica.

306. Segue a Giove il Pianeta di Saturno, la cui distanza media dal Sole è di 374 milioni, 196 mila, 340 leghe; e tale è parimente la sua lontananza dalla Terra. Laonde essendo egli presso a dieci volte più distante dal Sole che la Terra medesima, il Sole veduto da Saturno apparir dee presso a cento volte minore di quel che noi lo veggiamo; e quindi la luce, e 'l calor del Sole debbono esser parimente cento volte minori che nella nostra Terra (§. 181). Ma non dovrà egli per questo riputarsi privo di abitanti: ciò sarebbe ugualmente irragionevole, che se un abitatore della Zona Torrida s'immaginasse disabitata la Lapponia, per cagion del gran freddo, che ivi regna. La Natura è fecondissima di mezzi per dare agli animali la struttura, e la costituzione conveniente al clima, ove li destina a passare i loro giorni. Chi fa vivere i pesci nell'onde, e dà il potere a'volatili di fender rapidamente l'aria a volo; chi fa vivere l'algente Lappone ugualmente bene, che l'abbronzito Africano, sa ben ritrovar la maniera di render comoda la vita a' gelidi abitanti di Saturno. E chi sa mai, se non possono a ciò contribuire le sue sette Lune, destinateglisi provvidamente a tal uopo?

307. Il diametro di Saturno è di 32 mila, 655 leghe; e la sua grandezza supera di 576 volte quella della Terra. Ad onta però di sì enorme volume, è tale la sua distanza da noi, che a vederlo sembra quasi una stella, e tramanda una luce assai debole. Dalle recentissime osservazioni di Herschel veniamo vieppiù assicurati 1.° esser egli depresso ne' suoi Poli, ed elevato nell'Equatore, talmentechè il diametro equatoriale è al polare, come 11 a 10: 2.° esser egli verisimilmente fregiato d'un'atmosfera, ed aggirarsi intorno al proprio asse al par di Giove. La sua rivoluzione siderea si fa in 29 anni, 173 giorni, e 23 ore, scorrendo 8 mila, e 13 leghe nello spazio di ogni ora. È fornito anch'egli di Lune, ossia di Satelliti, al numero di sette, uno de' quali fu scoperto a bella prima da Hugenio nel 1655, altri quattro furon ravvisati da Cassini negli anni 1671, 1672, 1684, e i due rimanenti da Herschel nell'anno 1788. Essendo questi due più prossimi degli altri al loro Pianeta, di ragione denominar si dovrebbero *primo*, e *secondo*; diconsi però *sesto*, e *settimo*, per essersi ravvisati gli ultimi.

308. Saturno è cinto inoltre d'un Anello d'immensa grandezza, alquanto spianato, e concentrico al suo corpo; il quale Anello, benchè notabilmente discosto dal disco di Saturno, si mantiene ivi equilibrato per forza di gravità; nella guisa medesima che

che un cerchio di solido metallo, che attorniasse il Globo terraqueo in qualche distanza vi si manterrebbe sospeso, ed immobile, per la ragione che tutte le sue parti tenderebbero *simultaneamente* verso il centro terrestre, senza poterglisi giammai accostare: di fatto perchè alcune se gli accostassero, converrebbe che altre se ne allontanassero, ciocchè è contro la legge di gravità. Per iscorgere la forma, e'l modo, ond'egli cinge il Pianeta, veggasi la Fig. 2. della Tavola VI. Il diametro di siffatto Anello è a quello di Saturno come 7 a 3; e la sua larghezza uguaglia presso a poco 1/3 del diametro del mentovato Pianeta. È egli atto a ricevere la luce del Sole, e quindi a farla rimbalzare sul corpo di Saturno; di cui esso è sempre più lucido. Qualor la sua faccia tenebrosa, o il solo lembo debolmente illustrato dal Sole, rivolgesi alla Terra, rendesi egli del tutto invisibile, siccome avvenne a'20 di Ottobre del 1789, non altrimenti che negli anni 1803, e 1819; in quello a'17 di Giugno, ed in questo a'6 di Aprile. Cotale occultazione dura circa un mese, non iscorgendosi che il globo di Saturno; ed un tal fenomeno dicesi *fase rotonda*. Cotesto Anello fu ravvisato per la prima volta dal gran Galilei nel 1612; Hugenio poscia coll'andar degli anni ne determinò precisamente la forma; giacchè prima di lui chi s'immaginava di vedere due *anse*, o sien due mani-

Tav. VI. Fig. 2.

 chi

chi aderenti lateralmente al corpo di Saturno, e chi credeva che vi fossero quivi due corpi rotondi, o due Satelliti. Tutte le osservazioni praticate recentemente da Herschel concorrono a dimostrare aver egli un moto di rotazione intorno a se stesso, e compierlo nello spazio di 10 ore, 32 minuti, e circa 15 secondi. Questo Astronomo insigne ha benanche ravvisato esser cotesto Anello diviso nel mezzo, e composto, diciam così, di due piani concentrici in siffatta maniera, che per l' intervallo tra essi frapposto possono talvolta scorgersi le stelle. Attesa l' enorme distanza di Saturno, sì l' Anello, come i Satelliti non si possono ravvisare, se non col mezzo di Telescopj di un notabile ingrandimento, per la cui virtù scorgonsi nel disco del Pianeta alcune fasce simiglianti a quelle di Giove.

309. Il Pianeta di Saturno soffre delle grandi irregolarità nel suo movimento; ciocchè attribuir si dee non solo all'attrazione de' suoi Satelliti, e del suo Anello, ma eziandio a quella di Giove, che gli è sottoposto.

### URANO.

310. Il più elevato fra tutti i Pianeti è Urano, scoperto per la prima volta nel 1781 dal rammentato Herschel (§. 307). V' ha chi crede con ragione esser egli la supposta stella, notata col numero 964 nel Catalogo di

di Tobia Mayer, e da lui osservata fin dall'anno 1756. Ravvisò Herschel cotal Pianeta nella fascia del Zodiaco per mezzo del primo suo Telescopio di riflessione di 7 piedi di foco, il quale ingrandisce l'oggetto presso a sei mila volte; e lo denominò *Georgianum Sydus* in onor del non ha guari defunto Giorgio III Sovrano della Gran Bretagna, e munificentissimo suo Mecenate: da alcuni però dicesi *Herschel*, e più comunemente *Urano*, riputato da' Poeti padre di Saturno. La sua distanza dalla Terra è doppia di quella di Saturno, ossia al di là di 748 milioni di leghe; disortachè quantunque superi egli quattro volte in diametro, ed 80 volte in grandezza la Terra, pure a stento può ravvisarsi ad occhio nudo; e non comparisce maggiore di una Stella di settima grandezza, qualor sia riguardato co' Telescopj comuni. La sua distanza media dal Sole è di 752 milioni, 540 mila, 172 leghe, e trascorre egli la sua orbita nello spazio di 84 anni, 28 giorni, e 17 ore, talchè il suo cammino orario è di 5700 leghe. L'insigne suo scopritore, ch'è senza veruna contesa il primo Astronomo del secolo, scoprì a bella prima col suo Telescopio due Satelliti, che gli si aggirano intorno: ma poichè erano essi assai discosti dal corpo del Pianeta, ebbe ragion da sperare che ve ne fossero degli altri in maggior vicinanza: nè rimase egli deluso nella sua
? spe-

speranza, conciossiachè in breve tratto di tempo gli ha ridotti a sei.

311. Affin di poter paragonare insieme a un colpo d'occhio le riferite misure dei diametri, delle grandezze, e delle distanze de' Pianeti, unitamente alle loro rivoluzioni sideree, si sono esse ordinatamente registrate nella Tavola che segue, come trovansi rapportate di recente dal Cavalier Delambre nella sua *Astronomia*, e dal P. Piazzi nelle sue Lezioni elementari di Astronomia. Vuolsi quì soggiugnere che se i Pianeti anzidetti, ritrovandosi nelle loro distanze medie dal Sole durante la loro periodica rivoluzione, venissero renduti interamente sceveri della forza centrifuga, precipiterebbonsi tutti verso il Sole medesimo; e sarebbe tale la loro rispettiva discesa, che Mercurio vi giugnerebbe in 15 giorni, e 13 ore; Venere in 39 giorni, e 17 ore; la Terra in 64 giorni, e 10 ore; Marte in 121 giorni; Giove in 766 giorni; Saturno in 1902 giorni; e la Luna in 4 giorni, e 20 ore; e così gli altri in proporzione. E quando si supponesse un foro nella Terra, che giugnesse dalla superficie fino al suo centro; un grave impiegherebbe nel discendervi 21 minuti, e 9 secondi. Si è calcolato inoltre che una palla lanciata da un cannone sulla Terra, trascorrendo uniformemente 200 tese in ogni minuto secondo, impiegherebbe lo spazio di dodici anni e mezzo, per giugnere fino al Sole. TA-

# TAVOLA 

*Ove sono registrati i diametri, le grandezze, le distanze medie dalla Terra, e dal Sole, e le Rivoluzioni sideree de' Pianeti.*

| Pianeti. | Loro diametri in leghe di 2000 tese. | Loro grandezza rispetto alla Terra. |
|---|---|---|
| ☿ Mercurio | 1255 | 1/15 circa. |
| ♀ Venere | 3138 | 1/9 circa. |
| ♁ Terra | 3171 | » » |
| ♂ Marte | 1693 | 1/7 circa. |
| ⚶ Vesta | » | » |
| ⚵ Giunone | » finora | » finora |
| ⚳ Cerere | » ignoti | » ignota. |
| ⚴ Pallade | » | » |
| ♃ Giove | 35527 | 1103 |
| ♄ Saturno | 32655 | 576 |
| ♅ Urano | 14169 | 80 |
| ⊙ Sole | 365502 | 1395324 |

| Pianeti. | —— |
|---|---|
| ☿ Mercurio | . . . . 87 giorni, 23 ore. |
| ♀ Venere | . . . . 224 giorni, 23 ore. |
| ♁ Terra | . . . . 365 giorni, 5 ore, 49 m. |
| ♂ Marte | 1 anno, 321 giorni, 23 ore. |
| Vesta. | 3 anni, 232 giorni, 14 ore. |
| ⚵ Giunone | 4 anni, 133 giorni, 18 ore. |
| ⚳ Cerere | 4 anni, 221 giorni, 10 ore. |
| ⚴ Pallade | 4 anni, 222 giorni, 12 ore. |
| ♃ Giove | 11 anni, 317 giorni, 14 ore. |
| ♄ Saturno | 29 anni, 173 giorni, 23 ore. |
| ♅ Urano | 84 anni, 28 giorni, 17 ore. |
| ☉ Sole | . . . . . . . . . . |

| Pianeti. | Distanza media dal Sole in leghe di 2000 tese. | Distanza media dalla Terra in leghe di 2000 tese. |
|---|---|---|
| ☿ Mercurio | 15185465 | 39224000 |
| ♀ Venere | 28375600 | 39228999 |
| ♁ Terra | 39229000 | . . . . . . . . |
| ♂ Marte | 62272960 | 54772960 |
| ⚶ Vesta | 92755375 | 111991244 |
| ⚵ Giunone | 104755882 | 124041249 |
| ⚳ Cerere | 108560480 | 127845849 |
| ⚴ Pallade | 108596090 | 127881459 |
| ♃ Giove | 204100280 | 204100280 |
| ♄ Saturno | 374196340 | 374196340 |
| ♅ Urano | 752540172 | 752540172 |

## ARTICOLO V.

### *Della Parallasse.*

512. Per potere acquistar facilmente l'idea della Parallasse, pel cui mezzo si sono misurate le grandezze, e le distanze de' Pianeti testè dichiarate, fa mestieri premettere che un corpo celeste osservato da diversi punti della superficie della Terra produce negli spettatori di esso delle differenze per rapporto alla sua situazione. Perciò a fine che i movimenti de' corpi celesti possano ravvisarsi regolarmente, e nella vera loro posizione, è assolutamente necessario di trasportarsi colla immaginazione al centro della Terra.

Tav. V. Fig. 7. 513. Di fatti sia CX il globo terrestre: sia A il suo centro; e la linea A S rappresenti la linea verticale, e sia quella che passa pel centro della Terra, e pel zenit di un osservatore collocato nel punto C della superficie terrestre. Supponiamo un Astro situato nel punto D della linea orizzontale CD normale ad AS. Egli è evidente che l'Astro veduto dall'osservatore ch'è in C, vedrassi nella direzione della linea CD; laddove osservato dal centro della Terra A, vedrebbesi nella direzione AD. Or queste linee CD, AD intersegandosi nel punto D, e prolungandosi fino alla volta del firmamento *ert*, faran sì che lo spettatore, ch'è in

in C sulla superficie terrestre, vedrà l'Astro D rapportato a *t*; dovechè lo spettatore situato in A, ossia nel centro della Terra, il vedrà rapportato ad *r*. Questa differenza di posizione dell'Astro D, compresa fra l'arco celeste *rt*, è quella, che dicesi Parallasse dal greco vocabolo παραλλαττω *transmuto*, ovvero παραλλαξις *differentia*; come se si dicesse *cangiamento*, o *differenza di posizione.*

314. Queste cose premesse ci aprono la via a comprendere che quando l'Astro ritrovasi nel zenit, o sia nel punto S verticale allo spettatore, deesi vedere tanto dal centro A della Terra, quanto dal punto C della sua superficie nella direzione della indicata linea verticale A C S, o sia nella vera sua posizione; e quindi che in tal caso non vi sarà alcuna Parallasse: dovechè la Parallasse avrà luogo, ed andrassi aumentando a gradi a misura che l'Astro andrà discendendo di là verso l'Orizzonte, per modo che la Parallasse orizzontale è la massima fra tutte.

315. Se noi paragoniamo coteste due diverse posizioni *r*, *t* alla linea verticale AS, vedremo che l'angolo S C D è la misura della distanza apparente dell'Astro dal zenit, ossia dalla detta linea verticale AS, dovechè s'egli si fosse osservato dal centro A della Terra, l'angolo SAD sarebbe stato la misura della distanza vera dell'Astro stesso.

Tav. V. Fig. 7.

316. Or la distanza apparente misurata dall'angolo SCD è maggiore della distanza vera, la cui misura è l'angolo S A D; imperciocchè nel triangolo rettilineo CDA, il cui lato A C sia prolungato verso S, l'angolo esterno S C D uguaglia i due interni CAD, CDA. Perciò la distanza apparente supera la vera della quantità dell'angolo D. Quindi la differenza di coteste due distanze, o sia l'angolo CDA, (che uguaglia l'angolo *r d t* per essergli opposto al vertice) chiamasi *Parallasse orizzontale*, quando la linea CD sia orizzontale, come noi l'abbiam supposta; e'l triangolo ACD dicesi *Triangolo parallattico*.

317. Dal che s'inferisce che la Parallasse di un Astro è l'angolo formato al centro di quello da due rette, che partendo entrambe da quel punto, l'una vada ad incontrare il centro della Terra, e l'altra quel punto della sua superficie, su cui trovasi collocato lo spettatore: il quale angolo pareggia il suo opposto al vertice *r* D *t*, da cui vien compreso l'arco del Firmamento *r t*, che misura la distanza delle due diverse posizioni *r*, *t* dell'Astro, di cui si è fin qui ragionato.

318. Ma se mai l'Astro in vece di essere all'Orizzonte, e formare l'angolo retto SGD colla linea verticale SC, si trovasse elevato, supponghasi al punto O, sicchè venga a scemarsi la sua distanza dal zenit, e formi l'an-

l'angolo S C O acuto; allora la Parallasse COA diviene minore, e prende la denominazione di *Parallasse di altezza*; ed è dimostrato che in tal caso il seno della Parallasse di altezza è eguale al seno della Parallasse orizzontale moltiplicata pel coseno dell'altezza apparente.

319. Dopo la dichiarazione di siffatte dottrine riman tuttavia qualche altra cosa da soggiugnere. La prima si è che la Parallasse orizzontale di un Astro è nella ragione inversa della sua distanza, attesochè quanto più si discosta l'Astro dal punto D, tanto più si diminuisce l'angolo C D A; ed è dimostrato nel §. 316 che trovandosi l'Astro in $t$, l'angolo parallattico C $t$ A è minore di C D A.

320. Per lo contrario la Parallasse di un Astro si aumenta a misura che cresce il suo diametro apparente, o sia nella ragion diretta di cotal diametro. Di fatti allorchè un Astro si va allontanando da noi, il suo diametro apparente si va scemando di mano in mano, vale a dire ch' egli è nella ragione inversa della distanza: ma poc'anzi si è detto esser dimostrato da' Geometri che la Parallasse orizzontale di un Astro è nella ragione inversa della sua distanza. Egli è dunque manifesto che la Parallasse di un Astro è sempre come il suo diametro apparente. Quindi rintracciato che sia questo una volta insieme colla Parallasse cor-

corrispondente, si può in ogni altro tempo rilevare siffatta Parallasse dalla osservazione del diametro apparente.

321. Dall' essere il diametro apparente di un Astro nella ragione inversa della sua distanza non altrimenti che la Parallasse, chiaramente si deduce che quando la distanza degli Astri è immensa, qual è appunto quella delle Stelle, la loro Parallasse diviene quasi nulla, e perciò non soggetta ad alcuna misura. Ecco la ragione per cui la loro distanza s' ignora perfettamente.

322. L' uso grande della Parallasse per poter misurare la distanza de' Pianeti ha sempre impegnato gli Astronomi ad escogitar de' metodi, onde poterla esattamente rinvenire. Fra i metodi varj, che sono stati proposti da celebri Astronomi, il più facile, e 'l più esatto nel tempo stesso vien riputato quello di praticarsi delle osservazioni contemporanee sullo stesso Pianeta da due osservatori situati in due luoghi della Terra distantissimi l' un dall' altro. Con questo mezzo fu rinvenuto con accuratezza nel 1771 la Parallasse lunare da' rinomati Astronomi de la Lande, e de la Caille, il primo de' quali l' osservò da Berlino, e l' altro dal Capo di Buona Speranza nell' Africa. Non essendoci permesso di entrare in cotesti circostanziati racconti in un Corso elementare, uopo è che gli studenti ricorrano a' particolari Trattati di Astronomia.

323. Conosciuta la parallasse orizzontale del Pianeta, si fa nota la sua distanza; imperciocchè nel triangolo parallattico C $t$ A essendo noto l'angolo C, per essere retto, e l'angolo $t$, ch'è la parallasse osservata; come altresì il lato AC, ch'è il semidiametro terrestre; rendesi immediatamente manifesto il lato A $t$, ossia la distanza richiesta del Pianeta, per mezzo degli ordinarj calcoli trigonometrici. Nella Tavola della pag. 281 abbiam seguito i calcoli recentissimi, rapportati dal Signor Delambre nella sua Astronomia.

Tav. V. Fig. 7.

324. Il diametro *apparente* d'un Pianeta, che abbiam dianzi accennato (§. 320) doversi adoperare per misurar la distanza de' Pianeti, è quello, sotto cui il Pianeta medesimo apparisce all'occhio dello spettatore, il quale scorge, per cagion d'esempio, il Sole, e la Luna della grandezza del giro d'un cappello. A giusto ragionare egli è l'angolo, misurato dall'arco, che in se comprende il diametro stesso, che n'è la corda, e 'l cui raggio è la distanza di quel tal Pianeta dalla Terra. Così $a\,b$ è il diametro apparente del Pianeta $e$, la cui misura è l'angolo $a\,d\,b$, che ha il suo apice $d$ nell'occhio dello spettatore, e che si esprime in minuti, e secondi di grado; dicendosi, per servirmi di un esempio, che il diametro apparente del Sole è di 31 minuti, e 30 $^1/_2$ secondi; quello di Mercurio di

Tav. VII. Fig. 3.

di 12 secondi, ed 8 decime, ec. Il diametro *reale* all' opposto è quello, ch' esprime in leghe, o in altre misure, la vera grandezza del Pianeta; dicendosi, esempigrazia, che il diametro del Sole è di 365 mila, 502 leghe.

325. Or il diametro apparente de' Pianeti si misura col mezzo d' un picciolo stromento, detto *Micrometro*, il quale vedrassi rappresentato nella Fig. 4 Tavola VII. Consiste egli principalmente in due fili paralleli, A B, C D, uno fisso, e l' altro mobile per via del suo telajo scorrevole R S T V, racchiusi entrambi in una cassetta, e disposti in maniera, che il filo mobile C D, detto altrimenti *Cursore*, possa, con una vite E F, avvicinarsi, o discostarsi dall' altro A B, e comprendere tra se esattamente il diametro apparente del Pianeta, che si vuol misurare. Alla vite E F, di cui si ragiona, evvi adattato un indice G, il quale scorrendo sul lembo del quadrante, o cerchio graduato H I, a misura che si rivolge la vite, indica le parti centesime di ciascun giro della vite medesima, le quali già si sa per via di osservazioni, a qual numero di minuti, e secondi di gradi sieno equivalenti: conseguentemente per mezzo del Micrometro ottiensi in minuti, ed in secondi l' esatta misura degli angoli, sotto cui appariscono i diametri de' Pianeti, o altri piccioli intervalli celesti. In questa Figu-

Tav. VII. Fig. 4.

gura non si è rappresentata la cassetta, in cui abbiam detto esser racchiuso il Micrometro, per dimostrar chiaramente la costruzione, e l'uso delle parti più essenziali.

326. Applicato il Micrometro al tubo oculare del Telescopio, e messolo alla distanza focale della lente oculare, ad oggetto che i mentovati fili A B, C D, si possano ravvisar distintamente; immaginatevi che il diametro di un Pianeta qualunque osservato col Micrometro, obblighi l'Osservatore a discostare l'un dall'altro i fili suddetti, cominciando dal loro contatto, per tante parti, o divisioni del Micrometro, che corrispondano a 31 minuti di un grado, per far sì che i fili medesimi, a guisa di tangenti, tra se comprendano esattamente i due lembi opposti del Pianeta, siccome scorgesi rappresentato nella Fig. 5 della Tav. VII: dirassi allora che l'angolo di 31 minuti è l'esatta misura del diametro apparente di quel tal Pianeta.

Tav. VII. Fig. 4.

Tav. VII. Fig. 5.

327. Vi sono altri Micrometri diversamente costrutti, e ve n'ha anche uno, che dicesi *oggettivo*, per cagione che si applica sulla lente oggettiva del Telescopio: tutti però derivano dallo stesso principio. V'ha similmente altri metodi per misurare i diametri de' Pianeti; ma non è possibile descriverli in un Trattato elementare.

328. Ritrovato che sia il diametro apparente, è cosa agevolissima il rinvenire il vero,

ro, ossia l' effettivo; conciossiachè nel triangolo $d\,a\,b$, rettangolo in $b$, il raggio è al seno $a\,d\,b$, come $d\,a$ è ad $a\,b$, dimodochè moltiplicando la distanza $d\,a$ pel seno dell'angolo $a\,d\,b$, ch' esprime il diametro apparente del Pianeta, come si è dichiarato (§. 324), avrassi la misura del diametro vero $a\,b$.

Tav. VII. Fig. 3.

329. E poichè i diametri apparenti sono tra se nella ragione inversa delle distanze (§. 320), riesce altresì agevolissimo, colle distanze già note de' Pianeti, il ridurre tutti i loro diametri apparenti alla medesima distanza, o sia il calcolare quali essi sarebbero, se tutti i Pianeti fossero egualmente distanti dalla Terra; e quindi possono non solo i diametri stessi paragonarsi accuratamente fra loro, ma eziandio le loro grandezze reali, ed effettive.

330. I diametri reali rinvenuti in tal modo possono servir di fondamento per rintracciare, come si è detto, il volume de' Pianeti, essendo dimostrato essere le sfere come i cubi de' loro diametri. Così, sapendo, esempigrazia, che il diametro di Mercurio è a quello della Terra, ridotto alla medesima distanza (§. 329), come la frazione decimale $o$, 3889 è ad 1; e che il cubo di tale frazione equivale ad $^1/_{17}$; dee francamente dedursi che il volume di Mercurio è la diciassettesima parte di quello della Terra.

331.

331. Per ciò che riguarda il principio, e'l metodo, onde rinvenire la densità dei Pianeti, e le loro masse, o sien le loro rispettive quantità di materia, ne ragioneremo in fine dell'Articolo I. della VIII. Lezione.

## ARTICOLO VI.

### *Del modo di distinguere i Pianeti dalle Stelle fisse.*

332. Quando si conosca in cielo il sentiere del Zodiaco, è facile il distinguere i Pianeti dalle Stelle; giacchè all' infuori delle quattro Stelle di prima grandezza, cioè a dire, *Aldebaran*, ossia l' occhio del Toro, *Regolo* nella costellazione del Leone, *la Spiga della Vergine*, ed *Antàres*, ossia il cuore dello Scorpione, non vi sono quivi altri Astri di notabil grandezza, all' infuori de' Pianeti, i quali non mai escono da' limiti della fascia del Zodiaco, come in appresso osserveremo, tranne i quattro nuovi Pianeti *telescopici* (§. 302), che ravvisar non si possono ad occhio nudo. D' altronde un carattere facile e sicuro per discernère i Pianeti, e distinguerli dalle Stelle fisse, si è il loro splendore tranquillo, ed immobile; laddove le Stelle veggonsi sfolgorare d'una luce scintillante, ed agitata da un certo movimento di vibrazione. Ciocchè deriva molto verisimilmente da' minimi corpic-

cinoli opachi galleggianti nella nostra atmosfera, i quali ci nascondono di tratto in tratto i minimi diametri apparenti delle Stelle. Sappiamo in fatti da viaggiatori intelligenti, e degni di fede, tra i quali possiamo annoverare il chiarissimo Bouguer, che in alcuni luoghi della Terra, quali sono, per esempio, una parte dell' Arabia, il Perù nell' America, Bagdad in Babilonia, e Pondicherry nelle Indie orientali, in certi mesi dell' anno, essendo le notti serene, o trovandosi in una notabile elevazione sull' Orizzonte, le Stelle non si veggono scintillare.

333. Egli è però più malagevole il distinguere i Pianeti l'un dall'altro: tuttavolta v' ha de' contrassegni da poterli in qualche modo discernere. Venere, e Mercurio non si discostano giammai dal Sole (§.273, 276), a cui l'ultimo è più prossimo del primo; oltrechè Venere è il Pianeta il più luminoso, e brillante dopo la Luna. Se dunque al tramontar del Sole scorgesi un Pianeta, ch' è più prossimo all' Oriente, che all' Occidente, non sarà egli certamente nè Venere, nè Mercurio; e potrà distinguersi Saturno dalla debolezza della sua luce, a cagione della sua gran distanza dal Sole; Marte dal suo lume rosseggiante; Giove dalla sua grandezza, e dal suo vivo splendore. Herschel per la sua picciolezza apparente rassomigliasi ad una Stella fissa di

sesta

sesta grandezza (§. 310). Del resto il mezzo più agevole, e sicuro per distinguere i Pianeti, è quello di rilevare dall' *Effemeridi* il tempo e l' ora, in cui essi passano il meridiano, e quindi osservarli nel loro passaggio. In tal modo si acquista facilmente la pratica di distinguerli in qualsivoglia altra parte del cielo. In mancanza di Effemeridi si può supplire facilmente col Calendario, che stampasi ogni anno dal R. Astronomo quì in Napoli, nel cui principio trovansi indicate le ore del passaggio di ciascun Pianeta sul meridiano per tutto l'anno.

334. Gli antichi Latini diedero a'Pianeti i nomi delle loro Divinità, e li caratterizzarono con segni abbreviati, relativi alle Deità medesime; disortachè Mercurio vien indicato da ☿, ossia da un caduceo; Venere da ♀, ossia da uno specchio guernito di un manico; Marte da ♂, ovver da una freccia sovra uno scudo, Giove da ♃, ch' esprime la prima lettera, onde scrivesi in greco il suo nome Ζευς *Zeus*, coll'aggiunta di una linea trasversale; Saturno da ♄, oppur da una falce; il Sole da ☉, ossia da un globo con un punto centrale, la Luna da ☽, ossia dalla figura della Luna crescente. A loro imitazione poi gli Astronomi de' nostri dì contrassegnano il nuovo Pianeta Herschel per via del segno ♅, ossia di un H, esprimente la prima lettera del

 suo

suo nome, con un globetto al di sotto. Cerere con una falce ⚳ più distinta di quella di Saturno, Giunone con una stella ⚵, uno de' cui raggi forma una croce, Pallade con una specie di picca ⚴, e finalmente Vesta per mezzo di un'ara ⚶.

# LEZIONE VII.

## *Della Sfera armillare, e de' principali fenomeni celesti.*

## ARTICOLO I.

### *Breve Saggio della Sfera, ossia de' varj Cerchj, che s' immaginano descritti sulla Terra, e nel Cielo.*

335. Innanzi d' innoltrarci nella dichiarazione de' principali fenomeni celesti, uopo è premettere che gli Astronomi affin di agevolare l' intelligenza delle dottrine sì astronomiche, come geografiche, si sono avvisati di assegnar sulla Terra alcuni punti, e varj cerchj, da potersi rapportare anche al Cielo, ossia all' immensa volta celeste, in cui l' occhio nostro sembra di scorgere non men le Stelle che i Pianeti. Questo è il miglior modo onde formarsi una idea distinta non men de' punti, che de' cerchj mentovati. Quando la loro posizione si è ben compresa sul Globo terrestre, è facil cosa il trasportarli fino alla volta celeste in forza della immaginazione. Da tale principio ebbe l' origine la costruzione della *Sfera armillare*, così detta per esser composta di tanti cerchj,

 o per

o per dir meglio braccialetti, che da'Latini dicevansi *Armillae* (*a*).

336. Ciò premesso, le due estremità dell'asse terrestre, ovvero i due punti, intorno a'quali si suppone aggirarsi la Terra, possono riguardarsi come punti principalissimi, e si dà loro la denominazione di *Poli*, cui rammenteremo in appresso co'rimanenti punti. Tra'cerchj poi altri diconsi *massimi*, perchè il lor piano passando pel centro terrestre, va a segare il Globo in due emisferi; ed altri *minori*, per ragion che il lor piano non va a passare pel centro suddetto, nè sega il Globo in due emisferi. Sono essi in tutto al numero di dieci; annoverandosene sei tra'primi, e quattro fra i secondi. I cerchj massimi sono *l'Orizzonte*, *l'Equatore*, *il Meridiano*, *il Zodiaco*, *e i due Coluri*: i minori riducónsi ai due *Tropici*, ed a' *Cerchj polari*.

L'O-

(*a*) Dopochè lo studente avrà acquistata una chiara idea della posizione de'cerchj sopraddetti sul Globo, allora potrà far uso con vantaggio della macchinetta, a cui si dà il nome di *Sfera armillare*; altrimenti ella non produrrà che una confusione. Cotesta Sfera è facile ad aversi anche qui in Napoli; ed ove sia fatta con accuratezza, ed eleganza, non costerà che tre Ducati circa.

337. L'Orizzonte, ossia *cerchio terminatore* A B, si suppone cingere il Globo terraqueo in modo tale, che divida l' emisfero superiore, o sia il visibile a noi, dall' inferiore, ovver da quello, che noi non vediamo; ond' è che il Sole, la Luna, e i rimanenti corpi celesti, dicopsi *nascere*, qualora si elevano al di sopra dell' Orizzonte, e si dicono *tramontare*, quando discendono al di sotto di esso. Determina egli dunque la durata del giorno, e della notte; ed ha per sua proprietà l'esser sempre distante per 90 gradi dal punto, che sovrastà verticalmente al capo dello spettatore, che si suppone sempre collocato nel centro di esso; dimodochè cambiasi l'Orizzonte a misura che si va cangiando il luogo sulla Terra. Il detto punto verticale dicesi *Zenit*, laddove l'altro, che gli è diametralmente opposto, e riguarda per conseguenza i piedi dello spettatore, si denomina *Nadir*: i quali punti, a parlar giustamente, altro non sono, se non se ambi i Poli dell' Orizzonte, ossia l'estremità del suo Asse. Una linea, che si supponga tirata dall' uno all'altro di cotesti punti, dicesi *linea verticale*; ed un cerchio, che si supponga passare per entrambi i punti medesimi, dicesi *Cerchio verticale*, o semplicemente *verticale*. Uopo è distinguere siffatto Orizzonte *vero*, o *astrono-*

Tav. VIII. Fig. 4.

*nomico*, dall'Orizzonte *apparente*, ossia *sensibile*, ch'è quel cerchio immaginario, che limita tutt'all'intorno la nostra vista, qualor ci troviamo in luoghi aperti, ove può l'occhio liberamente spaziare. È egli sempre parallelo all'Orizzonte vero; ma vedesi crescere, o scemare, secondochè l'occhio nostro, od anche gli oggetti, che riguardiamo, trovansi più, o meno elevati dalla superficie terrestre (*a*), la cui curvità ne limita l'estensione.

338. Quegli abitatori, e que' luoghi della Terra, i quali sono situati in parti diametralmente opposte, cosicchè il zenit di uno è il nadir dell'altro, ed uno ha la notte, quando l'altro ha il giorno, diconsi *Antipodi*. Quindi Napoli, e tutto il resto dell'Europa ha i suoi antipodi nel Mar del Sud verso la Nuova Zelanda; la Città di Lima nel Perù è antipoda del Regno di Siam nelle Indie orientali; Buenos Ayres è antipoda di Pekin Città capitale della China ec. Or siccome le loro linee verticali prolungate passano pel centro della Terra; tuttochè abbiano essi opposti i loro piedi, gravitano entrambi verso il centro medesimo, ove i corpi sono generalmente sfor-

(*a*) Questo punto sarà rischiarato maggiormente nel progresso di quest' Opera, e propriamente in fine della Lezione riguardante la *Luce*.

sforzati a discendere (§. 71). Questa è la ragione, per cui mantengonsi eglino ugualmente stabili, e fermi sopra ogni punto della superficie terrestre, non ostante che il capo dell'uno riguardi l'emisfero superiore, e quel dell'altro l'inferiore. Chiunque falsamente immagina che il suo antipodo non si possa mantener sulla Terra, vede bene nel tempo stesso che secondo la sua idea, dovrebbe quello discostarsi dal centro terrestre, ed elevarsi verso il cielo: cosa assolutamente contraria alle leggi della Gravità.

### *L'EQUATORE.*

339. L'Equatore CD, detto altrimenti *linea equinoziale*, si suppone cinger la Terra in tal direzione, ch'essendo ugualmente distante da' Poli di quella X, Z, viene quindi a ripartirla in due emisferi, uno de' quali guarda il Settentrione, e l'altro il Mezzogiorno: diconsi perciò *emisfero settentrionale*, *e meridionale*. Dicesi egli Equatore, perchè qualora il Sole descrive apparentemente il suo sentiere; vale a dire, qualora la Terra s'inclina in modo, che rivolge direttamente al Sole il suo Equatore, come in seguito dimostreremo, le notti uguagliano i giorni in tutta la Terra.

Tav. VIII. Fig. 4.

340. L'Asse dell'Equatore, XZ, è precisamente lo stesso che l'Asse terrestre; e conseguentemente i suoi Poli nulla differisco-

scono da' Poli della Terra. Ricevono questi la denominazione di *Polo Artico*, ed *Antartico*, ossia di *Boreale*, ed *Australe*, e non sono ugualmente visibili da tutt'i luoghi della Terra. Gli abitatori de' Poli stessi, il cui Orizzonte è parallelo all'Equatore, con cui si confonde, e che diconsi perciò aver la *Sfera parallela*, non ne veggono, che un solo, essendo quelli diametralmente situati nel loro zenit, e nadir. Gli abitanti dell'Equatore, che vien segato ad angoli retti dal loro Orizzonte, e che per tal motivo diconsi avere la *Sfera retta*, gli veggono entrambi nell'Orizzonte medesimo. Tutti gli abitanti dei rimanenti luoghi della Terra, che hanno la *Sfera obbliqua*, perchè il loro Orizzonte sega l'Equatore obbliquamente, veggono soltanto quel Polo, che trovasi elevato sull'Orizzonte medesimo. Così appunto succede a noi, a cui non è visibile, che il Polo Artico, ossia settentrionale. Quindi disse Virgilio parlando de' due Poli:

*Hic vertex nobis semper sublimis, at illum*
*Sub pedibus Styx atra videt, manesque*
*profundi.*

341. La maniera agevole a poter discernere in cielo il punto corrispondente al Polo Artico visibile a noi, si è quella d'imparar a conoscere la *Stella polare*, che non è discosta da un tal Polo, che di soli due gradi. Siffatta Stella è l'ultima della coda dell'*Orsa minore*, ossia della *Cinosura*, poco lun-

gi

gi dalla Costellazione dell'*Orsa maggiore*, detta volgarmente il *Carro* fin da' tempi di Omero. Prima dell'invenzion della bussola serviva ella di guida a' naviganti ne' loro diversi viaggi. Avendo la faccia rivolta alla Stella polare, e stendendo le braccia in croce, avrassi di fronte il Polo Artico, alle spalle l'Antartico, alla destra l'Oriente, ed alla sinistra l'Occidente.

342. Abbiam detto nel §. 340, che gli abitanti dell'Equatore veggono i Poli radere il loro Orizzonte. Egli è dunque chiaro che coloro, i quali abitano i luoghi della Terra, che sono frapposti fra l'Equatore, e i Poli, debbono scorgere il Polo ad essi visibile, diversamente elevato; giacchè cangiandosi l'Orizzonte a misura che i luoghi della Terra discostansi dall'Equatore (§.337); succede lo stesso, che avverrebbe se l'Orizzonte de' popoli equatoriali si andasse inclinando, ed abbassando di mano in mano, e conseguentemente come se il Polo visibile della Terra si andasse elevando nella medesima proporzione. Or siffatta elevazione, detta comunemente *altezza del Polo*, vien misurata per via dell'arco verticale (§. 337) frapposto tra il Polo, e'l proprio Orizzonte, e si esprime in gradi, e minuti; dicendosi, esempigrazia, che l'altezza del Polo di Napoli è di 40 gradi, 50 minuti, e 22 secondi; quella di Londra è di 51 gradi, e 51 minuti; e così delle rimanenti. Siccome gli Astro-

Astronomi fanno grand'uso dell'altezza del Polo nello scioglimento di molti problemi, la cognizione di essa è divenuta interessantissima, e perciò si son formate delle Tavole, in cui sono registrate l'altezza del Polo, e la longitudine de'luoghi più rimarchevoli della Terra. Vedremo in appresso che l'altezza del Polo di qualsivoglia luogo è costantemente uguale alla sua latitudine.

343. Rivolgendo lo sguardo al Globo terrestre, è facile il ravvisare che il cerchio dell'Equatore circonda in modo la Terra, che attraversando l'Africa, il Mar dell'Indie, le Isole di Sumatra, di Borneo, e'l Mar Pacifico, trapassa quindi l'America meridionale, cominciando dalla Provincia di Quito nel Perù, fino all'imboccatura del fiume delle Amazzoni.

### *IL ZODIACO, E L'ECLITTICA.*

344. Il Zodiaco E F è un'ampia fascia celeste, il cui circolo, che trascorre per lo mezzo, sega l'Equatore in due punti ad angoli obbliqui; e discostandosi da quello pel tratto di circa 23 gradi e mezzo, sì verso l'emisfero settentrionale, come verso il meridionale, divide per conseguenza obbliquamente il Globo. L'indicato sentiere, che trascorre pel suo mezzo, dicesi *Eclittica*, su cui son segnati i dodici Segni detti del Zodiaco; cioè a dire

Tav. VIII. Fig. 4.

♈ ♉ ♊ ♋ ♌
*Ariete*, *Toro*, *Gemelli*, *Granchio*, *Leone*,
♍
*Vergine*,
♎ ♏ ♐ ♑
*Libra*, *Scorpione*, *Sagittario*, *Capri-*
♒ ♓
*corno*, *Aquario*, *Pesci*;

Per poterli facilmente ritenere a memoria tornerà bene l'imparare il distico seguente;

*Sunt Aries*, *Taurus*, *Gemini*, *Cancer*,
*Leo*, *Virgo*,
*Libraque*, *Scorpius*, *Arcitenens*, *Caper*,
*Amphora*, *Pisces*.

Ciascuno di cotesti Segni è diviso in 30 gradi, e serve ad indicare l'apparente annua carriera del Sole, oppure il vero corso della Terra, siccome spiegheremo tra poco. La fascia del Zodiaco in se contiene le orbite de' Pianeti, le quali non si allontanano dall'Eclittica che otto gradi in ciascun lato di essa. I soli quattro nuovi Pianeti da noi annoverati nel §. 296, e seg., eseguono i loro movimenti alquanto fuori del Zodiaco. Le orbite delle Comete se ne discostano notabilmente, a cagione dell'incostanza della loro direzione (§. 264).

345. Attesa la posizione, che noi occupiamo sulla Terra, il nostro Orizzonte sega obbliquamente l'Equatore, e quindi la Sfera per noi è obbliqua (§. 340). E però trovandosi elevata sul nostro Orizzonte quella

quella porzione dell'Eclittica, che in se comprende i Segni di Capricorno, Aquario, Pesci, Ariete, Toro, e Gemelli, ne segue di ragione che il Sole, cominciando da'21 Dicembre, allorchè trovasi nel Segno di Capricorno, e succede il solstizio d'inverno, come poscia dichiareremo, sembra ascendere in alto ogni giorno, finchè non giunga al segno di Cancro, ossia fino a'21 di Giugno, allorchè fassi il solstizio di state. Quindi è che i sopraddetti sei Segni diconsi *ascendenti*, a differenza de'rimanenti, che si denominano *discendenti* per l'opposta ragione.

346. Abbiam testè accennato che l'Eclittica sega l'Equatore in due opposti punti. Gli Astronomi de' primi tempi rinvennero esser questi ne'Segni di Ariete, e di Libra; e non ostante che i moderni abbiano osservato essere avvenuto in ciò un notabile cambiamento, siccome in appresso spiegheremo, proseguono tuttavia a servirsi di questa stessa idea nel lor volgare linguaggio. I mentovati due punti diconsi *equinoziali*, per la ragione che quando il Sole, o per meglio dire la Terra, giugne al di sopra di essi nell'annuo suo corso, succedono gli *equinozj*, cioè i giorni, e le notti sono di pari durata in tutto il Globo terraqueo (§. 339).

347. La massima declinazione dell'Eclittica, ossia la massima distanza de'suoi punti sol-

solstiziali dall'Equatore, dicesi *obbliquità dell'Eclittica*, che fassi ascendere a' dì nostri, come si è accennato, a 23 gradi, e 28 minuti. Si è rinvenuto però esser ella alquanto variabile; imperciocchè a tempo del celebre Astronomo Ipparco, ossia presso a due mila anni addietro, ella era di 24 gradi, e circa 50 minuti. Dal paragone fra molte osservazioni fatte e dagli antichi, e da' moderni Astronomi si è dedotto che ella va scemando a gradi; e 'l Signor de la Lande crede che i calcoli più esatti stabiliscano cotal diminuzione di 33 secondi in ciascun secolo. Quindi è che d'altrettanto vassi ristringendo tratto tratto la declinazione dell'Eclittica per rapporto all'Equatore, e conseguentemente l'estensione della carriera del Sole, o per meglio dir della Terra da Tropico a Tropico (*a*). Questa verità ha indotto taluni nell' errore che coll' andar degli anni possa l'Eclittica andare a combaciarsi coll'Equatore, e cagionare perciò un perpetuo equinozio: ciocchè è stato con solidissime ragioni confutato dagli Astronomi moderni.

548. L'Equatore, e l'Eclittica sono i due cerchj della Sfera, a cui principalmente

 rap-

(*a*) Ritorneremo a chiarire questo punto nell'Articolo seguente, ragionando della Precessione degli Equinozj.

rapportansi dagli Astronomi le posizioni, e 'l corso degli Astri, la cui misura, e i cui moti sogliono determinarsi per via di *longitudine*, *latitudine*, *ascensione retta*, *e declinazione*. La longitudine, e l'ascensione retta hanno per principio fisso il punto equinoziale di Ariete, con questa differenza, che la longitudine si misura a segni, a gradi, ed a minuti sul cerchio dell'Eclittica, e l'ascensione retta si calcola a gradi, ed a minuti sul cerchio dell'Equatore. La longitudine adunque degli Astri è *l'arco dell' Eclittica, compreso tra il punto equinoziale di Ariete, e 'l punto dell' Eclittica, ove l'Astro si ritrova*; disortachè dicendosi, esempigrazia, che la longitudine del Sole in un dato giorno è di 5 segni, 20 gradi, e 10 minuti, è lo stesso che dire, che il Sole, cominciando dal detto punto equinoziale, è avanzato apparentemente nel sentiere dell'Eclittica 5 segni, 20 gradi, e 10 minuti. L'ascensione retta poi degli Astri è *l'arco dell'Equatore, compreso tra il punto equinoziale di Ariete, e quel punto dell'Equatore, a cui quel tale Astro sovrastà perpendicolarmente*. Se tutti gli Astri descrivessero col loro moto diurno apparente il sentiere dell'Equatore, riuscirebbe agevolissimo il calcolare l'ascensione retta sull'Equatore medesimo, siccome abbiam detto; ma poichè molti degli Astri descrivono col lor moto diurno de' cerchj pressochè paral-

leli

leli all'Equatore, l'ascensione retta si determina per via del passaggio degli Astri sul meridiano; imperciocchè essendo i meridiani, come tra poco dichiareremo, perpendicolari all'Equatore, tutti quegli Astri, che passano il meridiano nel tempo stesso, si rapportano allo stesso punto dell'Equatore, e conseguentemente hanno la medesima ascensione retta. Se il mentovato passaggio succede in ore diverse, la differenza di siffatte ore dà la differenza dell'ascensione retta, assegnando 15 gradi dell'Equatore ad ogni ora di tempo (§. 304). Suppongasi, per esempio, che sappiasi in virtù di osservazioni già fatte, che un Astro qualunque prossimo al punto equinoziale, giunto che sia al meridiano, abbia 15 gradi di ascensione retta; se un'altra Stella giugne al meridiano stesso un'ora più tardi, la differenza dell'ascensione retta di cotesti due Astri sarà di 15 gradi, i quali aggiunti ai 15 gradi dell'ascensione retta della prima Stella già nota, danno la somma di 30 gradi, che sarà l'ascensione retta della seconda Stella. Così si ragioni delle rimanenti. Con siffatto metodo si sono formate delle Tavole, ove trovansi calcolate le ascensioni rette degli Astri i più rimarchevoli, siccome può scorgersi nell'Effemeridi, negli Almanacchi, e ne' particolari trattati di Astronomia.

349. Rivolgendosi la Terra intorno al proprio asse nello spazio di 24 ore, e procedendo ella nel tempo stesso col suo moto annuo lungo il sentiere dell'Eclittica, ne segue di ragione che gli Astri sembrano fare il loro giro su' cerchj pressochè paralleli all'Equatore, e che siffatti cerchj si discostano giornalmente dall'Equatore medesimo. Queste varie distanze dall'Equatore diconsi *declinazione* degli Astri; e si misurano sui cerchj perpendicolari all'Equatore suddetto, ossia su' meridiani, che vanno ad intersegarsi ne' Poli; in guisachè dicendosi che la declinazione del Sole nel dì 21 di Giugno è di 23 gradi e mezzo, intendesi dire che l'arco del Meridiano frapposto tra l'Equatore, e 'l punto del Meridiano stesso, a cui il Sole sovrastà in quel tal giorno, è di 23 gradi e mezzo.

350. Abbiamo accennato (§.344) che non tutti gli Astri seguono il sentiere dell'Eclittica. Ve n' ha di quelli, che se ne discostano alcuni gradi, sì dall'uno, come dall'altro lato della medesima, nell'ampiezza del Zodiaco. Cotal distanza misurata sui cerchj perpendicolari all'Eclittica, dicesi *latitudine* degli Astri; la quale non altrimenti che la longitudine, l'ascensione retta, e la declinazione, trovasi registrata nelle Tavole di sopra mentovate (§.348).

IL

351. Il Meridiano X C Z D passa pe' due Poli, segando ad angoli retti l'Equatore, e tutt' i suoi paralleli, di cui farem menzione or ora; sicchè divide il Globo in due emisferi, *orientale*, ed *occidentale*. Il numero de' Meridiani uguaglia quello de' punti assegnabili sull'Equatore, non essendoci alcun punto della Terra, nell'andar direttamente dall'Oriente all'Occidente, il quale non abbia il suo particolar Meridiano, che passa pel suo zenit. Gli si dà cotal denominazione, perchè giunto il Sole a poggiar sovra di esso, o per meglio dire, perchè aggirandosi la Terra intorno al proprio asse, i luoghi, e i popoli della medesima hanno successivamente il mezzogiorno, allorchè giungono al di sotto di quel Meridiano celeste, a cui il Sole sovrastà. Fra i tanti Meridiani anzidetti, che van tutti ad intersegarsi ne' Poli, convien che ve n' sia uno, da cui altri possa incominciare a contarli, e che perciò si dica il *primo* fra tutti. Siffatto primo Meridiano, giusta lo stabilimento fatto in Francia nel 1634, dovea passare per l'Isola del Ferro, ch'è la più occidentale tra le Canarie, seguendo d'appresso le idee di Tolommeo; ma siccome il luogo principale di cotesta Isola è 19 gradi, 53 minuti, e 45 secondi più occidentale di Parigi; il celebre Geografo Mr. de l'Isle si av-

Tav. VIII. Fig. 4.

 visò

visò di ridurre sì fatta longitudine a numeri rotondi, e quindi stabilì che il primo Meridiano dovesse farsi passare sul 20 grado all'occidente di Parigi, come si è praticato quasi generalmente da' Geografi. Ora però sembra di aver preso gran voga il costume di cominciar a numerare la longitudine dal Meridiano, che passa per la Capitale, oppur per l'Osservatorio del proprio Paese, dicendosi dal Meridiano di Londra, di Greenwich, di Parigi, di Napoli, ec.

352. Le due estremità dell'asse del Meridiano segnano sull' Orizzonte que' punti, che diconsi propriamente *Oriente*, ed *Occidente*, ossia *Est*, ed *Ouest*; laddove quelli, che corrispondono a' due Poli terrestri, ovvero ad ambe l'estremità dell'Asse della Terra, prendono la denominazione di ***Settentrione***, e ***Mezzogiorno***, oppure di ***Nord***, e *Sud*. Tutt'e quattro insieme uniti diconsi generalmente ***Punti cardinali***, per essere i principali fra tutti gli altri, che assegnar si sogliono sul giro dell'Orizzonte, de' quali ragioneremo poscia nel Trattato de' Venti.

353. Passando il Meridiano pel zenit di qualunque luogo della Terra (§. 351), dee necessariamente seguirne che il Sole giunto al Meridiano, trovisi nel punto il più sublime del suo corso giornaliero, talchè di là dee egli gradatamente discendere fino al suo tramontare. Or veggiamo coll' esperienza che le ombre de' corpi sono della

della massima lunghezza sì nel nascere, come nel tramontar del Sole, e sono le minime, quand'egli poggia sovra il Meridiano; e conseguentemente sono elleno uguali, qualora il Sole e nell'ascendere, e nel discendere dal Meridiano, trovasi in punti ugualmente distanti dal Meridiano stesso. Sovra questo principio è fondato il metodo ordinario, di cui fanno uso gli Astronomi, per descrivere agevolmente la *linea meridiana*, ossia per determinare il vero punto del mezzogiorno.

354. Abbiasi a tal uopo un piano perfettamente spianato, o di marmo, ovver di lavagna, qual sarebbe A B C D; e messolo esattamente a livello in un sito, ove splenda il Sole per alcune ore del giorno, e principalmente all'ora del mezzodì, e fermatolo quivi stabilmente, scelgasi su quel piano un punto qualsivoglia, come E; su cui applicata una punta d'un compasso, si descrivano varj archi concentrici, cui supporremo $a\,b$, $c\,d$, ec. Ciò fatto, si adatti nel centro E in posizione perfettamente verticale il piede d'uno *gnomone*, o sia *stiletto* E F, alquanto aguzzo in cima, e dell'altezza di circa tre pollici. Aggiustate così le cose, si osservi, tre ore all'incirca prima del mezzogiorno, su quale di quegli archi descritti va a cadere l'apice dell'ombra di quel tale gnomone E F; e si noti esattamente cotal punto, ch'ora supporremo essere $x$. Per

Tav. VII. Fig. 6.

 pro-

proseguire l'operazione uopo è cogliere il momento, dopo il mezzogiorno, in cui l'apice della detta ombra dello gnomone venga a toccare lo stesso arco $a\ b$; ciocchè avverrà tre ore circa dopo il mezzodì; e si contrassegni parimente siffatto punto, cui figureremo essere $z$. Avuti che sieno cotesti due punti, allorchè le ombre E $x$, E $z$, sono di ugual lunghezza, possiamo esser sicuri che il Sole in que' dati tempi, cioè a dire sì prima, come dopo il mezzogiorno, si ritrovava ad uguali altezze dall' Orizzonte (§. 353). Il Meridiano dunque ritrovar si dee nel loro preciso mezzo. Che però diviso esattamente l'arco $a\ b$ in due uguali porzioni nel punto $y$, la linea E $y$ tirata pel punto $y$, e 'l centro indicato E, ossia pel piede del gnomone, sarà la linea meridiana, ovver la comune sezione del piano del Meridiano coll'Orizzonte; in guisachè tutte le volte che l'apice dell' ombra del mentovato gnomone andrà a toccare esattamente cotesta linea, dovremo esser sicuri che il Sole in quel punto poggi sul Meridiano, e quindi che sia il preciso punto del mezzogiorno. Ripetendo per maggior cautela la medesima operazione sul cerchio $c\ d$, e su gli altri simiglianti; e ritrovando che la Meridiana tirata pei punti E, e $t$, coincide colla già rinvenuta E $y$, non si avrà verun motivo di dubitare della sua accuratezza.

355.

355. Perchè la linea meridiana rintracciata nell' indicato modo riesca più esatta, vuolsi fare la detta operazione in tempi, che sieno prossimi ad uno de' giorni solstiziali; cioè a dire verso il 21 di Giugno, o il 21 di Dicembre. La ragione si è, che in quel tempo la declinazione del Sole non varia sensibilmente nell' intero corso della giornata, come tra poco spiegheremo. In altri tempi il Sole non descrive cerchj paralleli all' Equatore a cagion del progresso, che la Terra va facendo lungo l' Eclittica (§. 349). Di coteste Meridiane ve n' ha delle orizzontali come la quì descritta, delle verticali, e delle oblique. Alla linea meridiana soglionsi quasi generalmente aggiungere delle altre linee per le rimanenti ore del giorno, per formarne degli orologj solari; e la scienza, che dà degl' insegnamenti per descriverli, dicesi *Gnomonica*.

356. Fra le grandi Meridiane da me osservate in Italia v'è quella della Cattedrale di Firenze, ristabilita, e perfezionata dal P. Ximenes. È celebre la Meridiana formata da Domenico Cassini nella Chiesa di S. Petronio in Bologna: ella è lunga 206 piedi, e 'l gnomone è alto 83 piedi. Quella della Certosa di Roma è la più bella, e la più ornata di tutte le altre, che siensi finora costrutte. Essa fu formata da Bianchini e Maraldi nel 1701 per ordine di Clemente XI. allorchè meditava di fare una riforma

nel

nel Ciclo Pasquale del Calendario Gregoriano: ella corrisponde a due gnomoni, uno al settentrione, e l'altro al mezzodì. Finalmente non è dispregevole quella, che fu costrutta dal R. Astronomo Casella nel gran Salone della R. Biblioteca Borbonica qui in Napoli, e del pari l'altra descritta dal P. Piazzi nella Chiesa cattedrale di Palermo. Per siffatte Meridiane fassi entrare per entro a un picciol foro rotondo praticato sull'alto dell'edifizio un raggio di Sole, il quale formando sulla linea meridiana una picciola immagine di esso, va questa a segnare il punto del mezzogiorno.

### I COLURI.

557. I due Coluri segansi scambievolmente ad angoli retti ne' due Poli, passando uno pe' due punti solstiziali dell' Eclittica, che son que' di Cancro, e di Capricorno, e l'altro pei due punti equinoziali, che son quelli di Ariete, e di Libra: ond'è poi che quello dicesi *Coluro de' Solstizj*, e questo *Coluro degli Equinozj*. Effettivamente però altro essi non sono, se non se due principali meridiani. Diconsi Coluri dalla voce greca *κολȣρος coluros*, che significa *troncato*, venendo essi tagliati in varie porzioni da' cerchj sì massimi, come minori della Sfera.

I TRO-

358. I Cerchj minori riduconsi, come si è detto, ai due Tropici, e ai due Polari. Sono tutt' e quattro tra se paralleli, non altrimenti che all'Equatore, da cui i Tropici si discostano per circa 23 gradi e mezzo, qual è appunto la massima declinazione dell'Eclittica (§. 347), a cui servono di limiti; uno verso il Polo Artico, e l'altro verso l'Antartico. Il Tropico F G esistente nell'emisfero boreale, ove noi siam collocati, dicesi *Tropico di Cancro*, segando appuntino sull'Eclittica il segno di tal nome; e quello ch'esiste nell'emisfero australe, HE, dicesi di *Capricorno*, passando egli su tal segno. L'apparente annua carriera del Sole non oltrepassando giammai i detti Tropici, succedono in essi i *Solstizj*, così detti da *Solis statio*; sembrando che il Sole prenda quivi qualche riposo prima di ritornare indietro a rifare il cammino, per cui erasi innoltrato fino a quel punto. Per tal ragione diconsi *Tropici* dalla voce greca τρεπω *Trepo*, equivalente alla Latina *Verto*. Il Solstizio di state succede per noi, che abitiamo l'Emisfero boreale, nel Tropico di Cancro, e quel d'inverno nel Tropico di Capricorno.

Tav. VIII. Fig. 4.

359. Una semplice occhiata ad un Globo terrestre farà agevolmente scorgere che il Tropico di Capricorno circonda la Terra in modo,

modo, che attraversa il paese degli Hottentotti nell'Africa, e 'l Brasile, il Paraguay, e 'l Perù nell'America; laddove il Tropico di Cancro passa in vicinanza del Monte Atlante sulla costa occidentale dell'Africa, per Siene Città dell'Etiopia, sul Mar Rosso, il Monte Sinai, sulla Mecca, l'Arabia felice, su i confini della Persia, sulle Indie, sulla China, sul Mar Pacifico, sul Messico, e sull'Isola di Cuba.

360. In distanza di 23 gradi e mezzo da entrambi i Poli vi sono due piccioli cerchj IK, LM, denominati *Polari*; dicendosi uno *Artico*, e l'altro *Antartico*, perchè ciaschedun di essi corrisponde al Polo della medesima denominazione. Tutti gli altri cerchj frapposti tra i Polari, e l'Equatore, diconsi *Paralleli*, per essere in realtà paralleli a quelli: e fra essi i Tropici, e i Polari fanno la principal figura. Quelle porzioni de' Paralleli, che stando al di sopra dell'Orizzonte, sono illuminate dal Sole, sogliono denominarsi *Archi diurni*; dicendosi *Archi notturni* le porzioni rimanenti, le quali collocate al di sotto dell'Orizzonte, giacciono fra le tenebre nel tempo stesso.

Tav. VIII. Fig. 4.

### LE ZONE.

361. Volgendosi lo sguardo sovra un Globo terrestre, manifestamente si scorge che gli spazj compresi fra i due Tropici; fra ciascuno de' Tropici, e 'l Cerchio polare cor-

corrispondente; tra ciascun Cerchio polare, e 'l suo Polo vicino, si rassomigliano ad altrettante fasce, che per tal motivo si denominano *Zone*; dicendosi *Torrida* quella, che racchiusa fra i Tropici, vien segata per mezzo dall' Equatore, perchè riputata cocente, e disabitata dagli Antichi, a cui era del tutto ignota siffatta region della Terra: ad essa allude Ovidio dicendo:

*Quarum, quae media est, non est habitabilis aestu.*

Diconsi *Fredde*, ossia agghiacciate quelle altre, che cominciando dal Cerchio Polare in ciascuno emisfero, stendonsi poscia fino a' Poli corrispondenti. La terza, e la quarta, che trovansi frapposte fra la Torrida, e la Fredda, avendo per confini in ciascun emisfero il Tropico da una parte, e 'l Cerchio polare dall'altra, prendono la denominazione di *Zone Temperate.* Sono dunque le Zone al numero di cinque; cioè a dire una Fredda, ed una Temperata nell' emisfero boreale; altrettante nell' australe, ed una nel mezzo, cioè la Torrida, la quale essendo ugualmente divisa dall' Equatore, stendesi per metà verso l'uno, e per metà verso l' altro emisfero; ed è la sola, i cui abitanti possono avere il Sole al loro Zenit. Così nel libro I delle Georgiche colla solita venustà le descrive Virgilio (*a*):

*Quin-*

(*a*) Una simile descrizione ne dà Ovidio nel primo libro delle Metamorfosi vers. 45.

*Quinque tenent coelum zonae; quarum una corusco*
*Semper sole rubens, et torrida semper ab igni:*
*Quam circum extremae dextra levaque trahuntur*
*Coeruleu glacie concretae, atque imbribus atris.*
*Has inter mediamque duae mortalibus aegris*
*Munere concessae Divum, et via secta per ambas,*
*Obliquus qua se signorum verteret ordo.*

### LATITUDINE, E LONGITUDINE GEOGRAFICA.

562. Le distanze de' luoghi terrestri rapportansi da' Geografi all' Equatore, ed al primo Meridiano. Si rapportano all' Equatore nell' andar dal Nord verso il Sud, o al contrario: si riferiscono al primo Meridiano nell' andar dall' Est verso l' Ouest, oppure in direzione opposta. Quelle si misurano per via dell' *arco del Meridiano, che si frappone tra l'Equatore, e 'l luogo qualsivoglia*, e si esprimono colla denominazione di *Latitudine*; queste per mezzo dell' *arco dell' Equatore, frapposto tra il primo Meridiano, e quello del luogo in quistione*, e prendono il nome di *Longitudine*. Che però dicendosi che la latitudine di Napoli è di 40 gradi, 50 minuti, e 22 secondi, vuolsi intendere che l'arco del Meridiano di Napoli, compreso fra l'Equatore, e 'l zenit di Napoli, è di 40 gradi, 50 minuti, e 22 secondi; il quale arco esprime la distanza di Napoli dall'Equato-

re.

re. E siccome cotal distanza esser può nell' emisfero settentrionale, oppur nel meridionale, così distinguesi la Latitudine in *settentrionale*, e *meridionale*. Dicendosi similmente che la Longitudine di Napoli è di 31 gradi, 52 minuti, e 30 secondi, si vuol intendere che il Meridiano di Napoli è discosto dal primo Meridiano (§.351) per 31 gradi, 52 minuti, e 30 secondi, per esser tale la misura dell' arco dell' Equatore, frapposto tra il primo Meridiano, e quello di Napoli.

363. Torna quì a proposito l'avvertire che la Latitudine di qualsivoglia luogo della Terra è costantemente eguale all' altezza del Polo di quel tal luogo (§.342). Ecco qual n'è la ragione. Suppongasi che Z sia il Polo, ZB l' altezza polare, CF la latitudine. L' arco CZ compreso fra l'Equatore, e'l Polo è di 90 gradi, e similmente è di 90 gradi l' arco FB, compreso fra l'Orizzonte AB, e 'l punto F del zenit. Ma entrambi han di comune l'arco FZ: tolgasi questo di mezzo; resteranno CF, ZB, ciascuno come complemento dell'arco FZ per andare a 90 gradi. Ma CF è la latitudine del luogo, e ZB è l' altezza del Polo. Dunque e l' una e l' altra saranno tra se uguali.

Tav. VIII. Fig. 4.

364. Colla scorta di tali lumi possiamo ora francamente innoltrarci nella spiegazione de' principali fenomeni celesti per via del Sistema Copernicano.

AR-

## ARTICOLO II.

### *Spiegazione de' principali Fenomeni celesti secondo il Sistema Copernicano.*

365. Due moti ha realmente la Terra a tenor del Sistema Copernicano: uno dicesi *diurno*, ossia *moto di vertigine*, e fassi intorno al proprio asse dall' Occidente all' Oriente nel tratto di 24 ore; l'altro chiamasi *annuo*, ossia *periodico*, perchè si esegue nello spazio di un anno scorrendo la sua grand' orbita, ovvero la vasta carriera dell'Eclittica, intorno al Sole. A questi si aggiugne impropriamente il terzo, denominato *moto di parallelismo*, serbando la Terra il suo asse sempre parallelo a se medesimo in tutte le posizioni, in cui si ritrova scorrendo la sua orbita: ma siffatto parallelismo, a ragionar diritto, non è che una privazione di moto; derivando egli dalla costante direzione dell' asse terrestre, il quale spinto insiem colla Terra lungo l' annuo orbe da una forza diretta contro il centro della Terra stessa, non vien determinato da veruna cagione ad inclinarsi diversamente nello scorrer pe' varj punti dell' orbe mentovato, di quel che lo era nel bel principio di una tal carriera (*a*). La

(*a*) Del suo picciolo deviamento di *Nutazione* si ragionera nel progresso di questo Articolo.

La tranquillità grandissima, onde la Terra esegue siffatti movimenti, ce li rende del tutto insensibili, non altrimenti che colui, il quale racchiuso entro una nave, e solcando il mare in perfetta calma, s'immagina di stare in riposo.

### MOTO DIURNO, APPARENTE DEGLI ASTRI. GIORNO E NOTTE.

366. Il moto diurno della Terra da Occidente verso Oriente nello spazio di 24 ore, ci cagiona l'illusione circa il moto giornaliero degli Astri, facendoci apparire ch'essi si muovano con moto contrario, cioè a dire da Oriente verso Occidente nel medesimo intervallo di 24 ore; appunto come colui, che non sentendo il moto della nave, che veleggia, crede, volgendo lo sguardo al lido, di ravvisare in quello il suo movimento in direzione affatto contraria, parendogli che il lido venga a se, quand'egli gli va incontro, e che all'opposto sen fugga, qualora egli se ne allontana verso l'opposta parte. Perciò disse Virgilio:

*Provehimur portu, terraeque, urbesque recedunt.*

A misura dunque che la Terra vassi rivolgendo intorno al proprio asse verso l'Oriente, sembra a noi che il Sole, quantunque immobile, non altrimenti che tutti gli Astri salga su dall'Orizzonte, ossia dal cerchio

terminatore della nostra vista, e prosegua il suo corso giornaliero verso l'Occidente; ond'è poi che il detto moto diurno degli Astri è in fatti una pura illusione, e dell'intutto apparente. Sia S il Sole immobile nel centro dell'Universo, e BCD la Terra, che si rivolga intorno al suo asse A C da B verso C D, ovvero dall'Occidente verso l'Oriente. Ritrovandosi lo spettatore *d* (che supporremo sempre collocato, per cagion d'esempio, in Napoli) nel punto B, vedrà egli il Sole nascente, principiando allora i raggi solari SF a ferire il suo Orizzonte. Dopo che la Città di Napoli, per via del moto giornaliero della Terra, sarà avanzata tant'oltre, che lo stesso spettatore *d* ritroverassi nel punto C, avrà egli il Sole sul suo meridiano, e gli sarà verticale. Procedendo oltre la Città di Napoli insiem colla Terra da C verso D, l'anzidetto spettatore *d* ritrovandosi nel punto D, gli parrà che il Sole S sia già nell'atto del suo tramontare, attesochè i raggi solari SG radono il suo Orizzonte, per esser perduti interamente di vista, talmentechè succederà il crepuscolo della sera; ed avverrà poscia mezza notte, qualora lo spettatore *d* sarà giunto a corrispondenza del punto E del cielo, avendo egli allora il Sole S precisamente nel suo nadir: e qualora colla Terra sarà egli pervenuto di bel nuovo al di sotto del punto B, tornerà a scorger la levata del Sole, come nel giorno anteceden-

Tav. V. Fig. 9.

dente. Laonde il moto *reale* della Terra da B verso C, e D, cagionerà il moto *apparente* del Sole da D verso C, e B. Il moto diurno dunque della Terra è ciò, che produce in realtà la notte, ed il giorno; laddove il moto annuo intorno all'orbita, unito a quella tale inclinazione dell'asse, che gli fa serbare la posizion sua sempre parallela a se medesimo, viene a produrre l'apparenza dell'annuo giro del Sole, e l'ineguaglianza delle stagioni.

### MOTO ANNUO APPARENTE DEL SOLE. FORMAZIONE DELLE STAGIONI.

367. A poter facilmente concepire donde derivi la falsa apparenza del movimento annuo del Sole intorno al grand'orbe, e quindi come avvengano le diverse stagioni, uopo è rivolger l'attenzione alla Fig. 1 della Tav. VIII. Quivi si vedrà ch' essendo la Terra in A, e propriamente nel segno di Libra, ov'ella effettivamente si trova circa i 21 di Marzo, terrà rivolto al Sole il suo Equatore EF in modo tale, che sarà quello verticale all'Equatore celeste. Dal che ne avverrà, ch' essendo allora il Sole nel preciso mezzo d'ambi gli emisferi, dovrà necessariamente produrre la mezza stagione, ossia il principio di *Primavera*; e riportandosi il Sole dagli abitatori terrestri per mezzo della visuale AC al punto C nell'opposta parte del cielo, vedrassi per conseguenza nel se-

Tav. VIII. Fig. 1.

 gno

gno di Ariete. Ne avverrà similmente l'*Equinozio di Primavera*; imperciocchè essendo l'Equatore un *cerchio massimo*, il cui centro è lo stesso di quello della Sfera, qualunque sia la posizione di essa, vien egli costantemente segato dall'Orizzonte in due porzioni eguali, e quindi la porzione, che rimane al di sopra dell'Orizzonte, uguaglia sempre a quella, che resta al di sotto: perciò il Sole dee impiegare tanto tempo nel trascorrere la porzione superiore, quanto ne impiega nel percorrer quella di sotto; d'onde nasce l'eguaglianza del giorno, e della notte.

363. Proseguendo quindi la Terra l'annua sua rivoluzione intorno al Sole, e giugnendo al punto B, ovvero al segno di Capricorno, verso i 21 di Giugno, chiaramente si vede che non può ella serbare il suo asse X Z parallelo alla posizione, cui avea in A (§.365) senza che il Polo australe X declini dal Sole S, e senza che il Polo boreale Z a lui si rivolga; cosicchè la Terra presenterà al Sole il Tropico di Cancro I K in vece dell'Equatore. Dal che ne avverrà ch'essendo il Sole in quel tempo esattamente verticale al Tropico anzidetto, produrrà la *Stagione di State* per tutti que' popoli, i quali trovansi collocati nell'emisfero boreale, a cui quel Tropico corrisponde; e riferendosi il Sole per mezzo della visuale BD al punto D, sembrerà collocato nel segno di Cancro. E poichè, a cagione dell'elevazione del Polo

Tav. VIII. Fig. 1.

sul-

sull'Orizzonte, l'asse della Sfera, lungo il quale son collocati i centri sì del Tropico, come de' Paralleli corrispondenti, trovasi elevato sull'Orizzonte stesso, necessariamente addiviene che i loro segmenti superiori, qual sarebbe $nK$, che sieno gli archi diurni di cotali Paralleli, sono maggiori degl'inferiori, come sarebbe $Ir$, o sia dei notturni. Dal che nascer dee che dobbiam noi in quella stagione aver lunghi dì, e notti assai brevi, a differenza di coloro, che abitando l'emisfero opposto, debbono averle al contrario, per essere l'arco diurno HO assai minore del notturno GO. Derivar dee parimente che gli abitatori della Zona fredda boreale $ab$ aver debbano un perpetuo giorno, e quei dell'opposta $cd$ una perpetua notte, essendo quella tutta al di sopra, e questa al disotto del cerchio terminatore $nm$ durante l'intero giro della Terra intorno al suo asse. Vi è ancora di più; ed è, che la Terra giunta a rivolgere il Tropico al Sole, e non potendo passar più oltre; converrà che faccia, diciam così, un punto di riposo prima di ritornare ad inclinarsi di bel nuovo verso la parte contraria; come avviene a colui, che giunto a un sito qualunque, voglia immediatamente ritornare addietro per la medesima strada. Ciò farà comparire il Sole *stationario* per lo spazio di qualche giorno, e quindi succederà il *Solstizio di State* (*Solis statio*). La Terra giunta

Tav. VIII. Fig. 1.

 in

in C, e propriamente nel segno di Ariete, verso i 21 di Settembre, dovrà nuovamente presentare al Sole il suo Equatore come avvenne in A, e quindi produrrè l'altra mezza stagione, ovver l'*Autunno*, e l'*Equinozio autunnale*, per le stesse ragioni assegnate di sopra: ed il Sole riportandosi ad A per mezzo della visuale CA, sarà veduto nel segno di Libra. Finalmente passata la Terra in D, ossia nel segno di Cancro, verso i 21 di Dicembre, il suo Polo australe X s' inclinerà verso il Sole con deviarne il boreale Z, tutt' al contrario di ciò, che avvenne in B a' 21 di Giugno; presenterà ella al Sole il Tropico di Capricorno G H, corrispondente all' emisfero australe, e sarà *Inverno* per gli abitatori dell' emisfero boreale; ove il cerchio diurno I r essendo assai minore del notturno K r per ragione dell' obbliquità della Sfera, come si è dimostrato nel §.368 avranno i giorni di assai corta durata, e le notti lunghissime, a differenza degli abitatori dell'emisfero opposto: la Zona fredda boreale *a b* sarà allora tutta immersa nelle tenebre, e l'australe *c d* illuminata in ogni dove, sicchè avrà quella perpetua notte, e questa un perpetuo dì: il Sole si riferirà a B per mezzo della visuale D B, e comparirà nel segno di Capricorno; e per la ragione allegata di sopra succederà il *Solstizio d'Inverno*. Sicchè dunque a buon conto il moto della Terra intorno all'orbita M N P Q nello

nello spazio di un anno, ci farà comparire che il Sole si aggiri nell' intervallo stesso, descrivendo la medesima orbita; non altrimenti che a colui, il quale aggirandosi di notte intorno a una gran piazza, nel cui mezzo fosse collocato un gran fanale, sembrerebbe al certo di vederlo avanzar mano mano intorno intorno, ed eseguire nel tempo stesso quel giro medesimo, che starebbe egli facendo (*a*).

369. Si è detto nel §. antecedente che in tempo che gli abitatori dell'emisfero boreale hanno il Solstizio d'Inverno, i popoli della Zona boreale sono immersi nelle tenebre, e quindi hànno una perpetua notte. Or questo ha necessariamente bisogno di schiarimento. Ciò sarebbe effettivamente vero, se il Sole non illuminasse la Terra se non colla sua presenza al di sopra dell'Orizzonte. Ma il Supremo Fattore dell' Universo non contento di fregiarlo di tanti eccelsi doni, gli volle conceder anche quello di spander la sua luce in qualche modo anche quando ritrovasi per più gradi al di sotto del-

 l'O-

(*a*) Questo sperimento può farsi egualmente in una camera. Ponete un tavolino nel mezzo di essa, ed una candela al di sopra: indi girate pian piano intorno al tavolino tenendo l'occhio fisso su la candela, e vedrete che la medesima comparirà successivamente trasferita dall' occhio a tutt'i punti delle mura opposte, come se la candela si fosse mossa in giro, e non già voi.

l' Orizzonte. Dal che deriva che quantunque sotto la Zona fredda boreale non veggasi il Sole in tempo d'Inverno, pure godesi il crepuscolo per quasi due mesi; non altrimenti che que' popoli, la cui latitudine supera 48 gradi e mezzo, per esempio in Parigi, in Londra ec. il crepuscolo dura tutta la notte nel mese di Giugno, talchè si unisce a quello del mattino. Vuolsi intender per *crepuscolo* quel vago, e variato chiarore, che scorgesi la mattina fra il cominciamento dell'alba, e l'uscita del Sole sull'Orizzonte; e la sera fra il tramontar del Sole, e'l principio della notte. Questo benefico fenomeno addiviene perchè discendendo il Sole fino a 18 gradi sotto l'Orizzonte, oppure elevandosi da quel punto verso l'Orizzonte stesso; i suoi raggi, che non possono tramandarsi sull' emisfero superiore, slancіansi contro l' atmosfera; ove essendo in parte rifratti, ed in parte riflessi, vengono di là debolmente rimbalzati contro l'emisfero suddetto. Ne ragioneremo più ampiamente nella Lezione *sulla Luce*.

370. Da ciò, che si è detto di sopra si rileva similmente, che se l' asse della Terra non fosse inclinato al piano dell' Eclittica, siccome lo è effettivamente di 66 gradi e mezzo, presenterebbe ella al Sole perpetuamente le medesime parti nell' annuo suo corso; e quindi non vi sarebbe alcuna diversità di stagioni, ma bensì un perpetuo Equinozio.

PRECESSIONE DEGLI EQUINOZJ.
OBBLIQUITA' DELL'ECLITTICA.

371. Le osservazioni praticate da' moderni Astronomi, messe a confronto di quelle, che ci han tramandato gli antichi, fan conoscere che le intersezioni dell'Equatore coll' Eclittica sono passate all' occidente delle Costellazioni (di Ariete, e di Libra), cui prima corrispondevano; e queste in conseguenza sembra che siensi d'altrettanto avanzate verso l'Oriente; di sorta che siffatti punti sono ora occupati dalle Costellazioni antecedenti di Pesci, e di Vergine. Questo è ciò, che dicesi *Precessione degli Equinozj*, la quale, messo il moto della Terra, riducesi ad una pura apparenza, procedente da una leggerissima inclinazione, ossia deviamento del parallelismo, cui l' asse terrestre va soffrendo con somma lentezza. Questo devamento, cagionato dall' azion del Sole, e della Luna sulla Terra, dicesi propriamente *Nutazione*; il quale essendo *picciolissimo*, non impedisce che l' asse terrestre si consideri sensibilmente sempre parallelo a se stesso. Cotal deviamento fa sì, che rivolgendosi la Terra nella propria orbita, giugne a presentare di bel nuovo il suo Equatore al Sole prima di terminare *esattamente* l' intero suo giro; e conseguentemente il luogo apparente del Sole si riferise non già a quel

quel punto dell' Eclittica ov' egli si scorgeva nell' Equinozio antecedente, ma bensì ad un altro, ch' è un poco più indietro del termine dell' apparente sua orbita: dal che ne avvien poi che quel tal punto di prima, ossia la Stella, che l'occupa, comparisca di essere avanzata per uno spazio corrispondente. Per formarsene una chiara idea vale la pena di rivolger lo sguardo alla Figura 1 della Tav. VIII, ove supponsi la Terra collocata in A nel tempo dell' Equinozio di Primavera; per iscorrer poscia la sua orbita A B C D; e 'l Sole nel centro S. In tal posizione di cose riferirassi egli dalla visuale A C al punto C; ovvero alla Costellazione di Ariete. Se diamo il caso che la Terra rivolgendosi da A a B, a C, a D, nell' annuo suo corso, inclini talmente il suo asse, che presenti di bel nuovo al Sole S il suo Equatore prima di giugnere precisamente al punto A, d' onde dipartissi; suppongasi per cagion d' esempio, qualor sia giunto al punto 2; è chiaro che il Sole riferendosi allora dalla visuale 2, 3 al punto 3, ossia alla Costellazione di Pesci, farà comparire che la Costellazione di Ariete, a cui egli si riferiva nell' altro Equinozio, sia avanzata da 3 a C. La qual cosa succedendo di mano in mano in ciascun anno, fa poi sembrare a capo di molti secoli d' esservi stata una *precessione*, ossia un avanzamento appa-

Tav. VIII. Fig. 1.

ren-

rente delle Stelle verso l'Oriente, cagionato da una reale retrocessione de' punti equinoziali.

372. Or la cagion produttrice di un tal fenomeno è certamente l'attrazion del Sole, e della Luna sulla regione dell'Equatore terrestre, la quale dimostreremo esser rilevata sulle rimanenti in forza della rivoluzione della Terra intorno al proprio asse. Questo maggior cumulo di materia dunque nella regione equatoriale fa sì, che la medesima venga attratta con maggiore efficacia dal Sole, e dalla Luna; e quindi che ella giunga di bel nuovo allo stesso Equinozio 20 minuti, e 22 secondi circa di tempo, prima di terminare interamente il suo corso. Questo è ciò, che dicesi *Anno Tropico*, la cui durata abbiam detto (§. 279) essere di 365 giorni, 5 ore, e 49 minuti; talchè vien superato di 20 minuti, e 17 secondi e $^1/_2$ dall'*Anno Sidereo*, ovver da quello, che la Terra impiega per terminare perfettamente l'intero suo corso, ossia per giugnere di bel nuovo sotto quella Stella, onde dipartissi nel cominciarlo. Fa d'uopo però avvertire che l'azion della Luna nella produzione di un tal fenomeno è maggiore di quella, che v'impiega il Sole; ed oltracciò non può esser sempre uniforme, sì per cagione del continuo cangiamento de' suoi Nodi (§. 290), sì ancora per esser varia la sua inclinazione all'Equatore, cosicchè nelle dif-

fe-

ferenti sue rivoluzioni ella si allontana più, o meno dall'Equatore medesimo, ed opera sopra di esso con minore, o maggior forza. Dal che dee necessariamente seguirne non solo una ineguaglianza nella precessione degli Equinozj, ma eziandio una spezie di barcollamento, che abbiam detto (§. 371) chiamarsi *Nutazione*, nell'asse terrestre. Da cagioni analoghe a queste, o vogliam dire da un certo cangiamento, cui va soffrendo l'orbita terrestre in virtù dell'attrazion de'Pianeti, dipende altresì la variazione, che si è osservata dagli Astronomi di tutt'i tempi, e che tuttavia si osserva, nella obbliquità dell'Eclittica, la quale a tenor de'calcoli del Signor de la Lande, vassi scemando a ragione di 33 secondi per secolo. Fassi ella ascendere attualmente a 23 gradi, e circa 28 minuti.

### *STAZIONE, E RETROGRADAZIONE DE' PIANETI.*

373. Se i Pianeti si riguardassero dal Sole, ch'è il centro comune de' loro movimenti, vedrebbonsi eglino proceder sempre regolarmente ne' loro giri, ossia dall' Occidente all' Oriente, secondo l'ordine de' Segni del Zodiaco, Ariete, Toro, ec., o come gli Astronomi dicono, *in consequentia*: ma poichè noi, che li riguardiamo, siam collocati sulla Terra; ed oltracciò siam perennemente trasportati colla Terra medesima

ma intorno al Sole; ne avvien di ragione che i movimenti de' Pianeti ci compariscano irregolari, disortachè veggonsi eglino or *diretti*, o vogliam dir procedenti secondo l'ordine de' Segni; ora *retrogradi*, ovvero contro l'ordine de' Segni medesimi; ed ora finalmente *stazionarj*, ossia immobili in certo modo. Per ispiegare siffatti fenomeni nel suo Sistema videsi costretto il gran Tolommeo a finger tanti *epicicli*, ossia cerchj *eccentrici*, che i Pianeti dovean descrivere nell'immenso lor corso; nè v' ha chi non vegga quanto sia insussistente, ed assurda cotal supposizione. Al contrario la loro spiegazione non solamente riesce agevolissima nel Sistema Copernicano, ma ne avvalora grandemente la ragionevolezza, e ne conferma la veracità. Suppongasi il Sole collocato in S; D F E esser l'orbe di Venere; G I H quello della Terra; e B K C il Firmamento. Se ci piaccia d'immaginar la Terra situata nel punto A, e 'l Pianeta di Venere in F, seguiranne di ragione che movendosi egli da F verso D, comparirà *diretto*, poichè lo vedremo avanzar regolarmente nel cielo da K verso B, secondo l'ordine de' Segni. Proseguendo egli poscia il suo cammino da D verso *x*, ci sembrerà per qualche tempo, immobile, o vogliam dire *stazionario*; per cagion che la stessa visuale A B, durante quel tratto di tempo, sarà diretta verso la Terra. Quand' egli fi-

Tav. VI. Fig. 1.

nal-

nalmente continuerà a rivolgersi da $x$ verso E; ciascun si avvede che riferendosi il suo moto al Firmamento, sembrerà a noi ch'egli arretrandosi di mano in mano, vada scorrendo da B a C contro l'ordine de' Segni, e sia conseguentemente *retrogrado*, per poi ravvisarsi diretto di bel nuovo nell'avanzar che farà da E verso F. E se alla supposizione già fatta d'esser la Terra nel punto A, aggiungasi quella di andare anch' ella scorrendo nel suo orbe G I H, siccome effettivamente addiviene; vi sarà una ragione di più, per cui dovranno accadere i fenomeni mentovati; i quali, siccome ognun vede, non sono che apparenti. Or come mai potrebbero i medesimi succedere, qualora la Terra occupasse il centro del Sistema giusta il pensar di Tolommeo? Essendo i Pianeti ne' due punti D, ed E, ove le tangenti A B, A C vengono a contatto coll' annuo lor orbe, diconsi essere nella massima loro *Elongazione*, ossia nella massima distanza dal Sole, la cui misura viene espressa dall' angolo K A C. Ed in fatti riferendosi dalla visuale dello spettatore il Sole S al punto K nell' ampia volta del Firmamento, è ben manifesto non esservi altri punti nell' orbe D F E, ne' quali ritrovandosi il Pianeta, l'angolo di Elongazione venga misurato da archi maggiori di K B, oppur di K C.

374. Colla medesima facilità, e con u-gual soddisfazione possono spiegarsi nel Sistema Copernicano tutti i rimanenti fenomeni celesti, il cui minuto ragguaglio spetta di proposito a' particolari Trattati di Astronomia. Vi sono delle Macchine denominate *Planetarie*, le quali caricate a guisa di Oriuoli, fanno muover la Terra, e i rimanenti Pianeti per le loro orbite, e ne' rispettivi tempi indicati di sopra (§. 311), dimodochè ne seguono evidentemente tutti i fenomeni dichiarati in questo Articolo. Vi si scorgono parimente le fasi lunari, e gli eclissi; si rileva la durata del giorno, e della notte in qualunque luogo della Terra in qualsivoglia giorno dell'anno, come altresì la declinazione giornaliera del Sole; e finalmente scorgesi quai sono i luoghi della Terra, a cui il Sole è verticale in qualunque dì. Ve n' ha in Napoli quattro eccellenti, una delle quali appartiene alla R. Accademia Militare, un' altra agli eredi del defunto Marchese Vivenzio; le due rimanenti son mie; ed una di esse, che dagl' Inglesi dicesi *Orrery*, è di una superba costruzione, e d' una spesa ingente: l'altra è destinata solamente a dimostrare in grande, e colla maggior precisione possibile i diversi moti della Terra, e tutti i fenomeni, che ne derivano. A questa dassi

si dagl'Inglesi il nome di *Tellurian*. (*a*).

375. Sembrerà un paradosso a primo lancio il dire che la Terra è più vicina al Sole in tempo d'Inverno, che di State: eppure è questo un fatto evidentissimo, dipendente dalla figura ellittica della sua orbita, di cui ragioneremo nella Lezione seguente. Costa dalle osservazioni, su cui non cade verun dubbio, che il diametro apparente del Sole, misurato per via del Micrometro (§. 325) è notabilmente maggiore in tempo d'Inverno: indizio certissimo della maggior vicinanza del Pianeta a noi (§.320). Ritrovasi la Terra nel suo *Afelio*, ossia *nella sua massima distanza dal Sole*, nel mese di Giugno, in tempo che si approssima al Solstizio estivo, e nel suo *Perielio*, ovvero *nella sua minima distanza dal Sole* (*b*) nel

(*a*) Chi si contentasse di averla d'una mediocre grandezza, e movibile a mano col mezzo di un manubrio, potrebbe acquistarla pel prezzo di circa 25 duc.

(*b*) Queste parole *Afelio*, e *Perielio* derivano da Greci vocaboli απο *apo*, *procul*, ed ηλιος *elios* Sole; e da περι *peri*, *prope*, ed ηλιος *elios* Sole, non altrimenti che le voci *Apogeo*, e *Perigeo* sono derivate dalle parole Greche απο γη *apo ge*, lontano dalla Terra, e περι γη *peri ge* vicino alla Terra: ond'è che un Pianeta dicesi esser nel suo *Apogeo* quando trovasi in quel punto della sua orbita, in cui è nella *massima* lontananza dalla Terra, e si dice esser nel suo *Perigeo* allorchè ritrovasi nella *massima* vicinanza della Terra stessa. Sicchè l'Afelio, e 'l Perielio sono i rapporti di distanza fra i Pianeti e la Terra.

nel mese di Dicembre, qualor si avvicina al Solstizio d'Inverno; e siffatta differenza ascende pressochè alla trentesima parte della distanza totale della Terra dal Sole, ossia a 370 diametri terrestri, equivalenti a più di un milione di leghe. La ragione, per cui abbiamo la State in tempo della massima distanza del Sole si è, che allora i raggi solari cadendo a perpendicolo sulla Terra, sono perciò più concentrati, e 'l calore fassi più attivo che in tempo d' Inverno, allorchè l' obbliquità grande de' raggi medesimi fa sì, che ne cada un minor numero sopra una data estension di Paese, andandosi gli altri à disperdere a maggiori distanze. Si aggiugne a questa un' altra potentissima cagione, qual' è quella della lunga durata de' giorni in tempo di State (§. 368), la quale cagiona che il Sole abbia tempo di riscaldare notabilmente la Terra, senza che possa quella raffreddarsi nelle corte notti, che seguono; cosicchè aumentandosi perciò considerabilmente il calorico ogni giorno, si accumula fino a un tal grado, che rendesi eccessivo, ed insopportabile, tutt' altrimenti di ciò, che accade l' Inverno, a motivo delle lunghissime notti (§. 368), le quali sono atte a dissipare il calorico generato dal Sole nella breve durata de' giorni.

376. Del resto abbiasi per certo che il caldo, e 'l freddo delle stagioni non sem-

pre corrisponde alla posizione geografica dei luoghi della Terra, ovvero alla loro latitudine. La maggiore, o minor vicinanza al mare, lo spirar de' venti, la differente elevazion de' paesi, la qualità del suolo, più o meno atta ad assorbire, e contenere il calorico, la prossimità delle montagne, che riverberano la luce del Sole, e ne aumentano considerabilmente la forza, i fiumi, le paludi, i boschi ec., che producono del freddo per virtù della immensa quantità di evaporazione, che da essi si sviluppa, sono tutte cagioni, che fan variare la temperatura de' luoghi terrestri, benchè collocati sotto il medesimo clima.

LE-

# LEZIONE VIII.

## *Dell' Applicazione delle Forze centrali al moto de' Corpi celesti; e quindi del Flusso, e Riflusso del Mare.*

### ARTICOLO I.

#### *Delle Teorie delle Forze centrali, rapportate a' Corpi celesti.*

377. Abbiam veduto negli Articoli IV e V della Lezione III che i corpi, che si rivolgono su linee curve, debbono necessariamente esser tratti almeno da due forze, una delle quali sia capace a farli deviare dalla tangente di quelle (§. 156); e che movendosi un corpo lungo una curva intorno ad un punto immobile, e descrivendone gli archi in tempi proporzionali alle aje; sarà segno evidentissimo d' esser egli tratto da una forza centripeta verso quel punto (§. 163). Ora essendo manifesto in virtù delle più accurate osservazioni, che i Pianeti primarj rivolgendosi nelle loro orbite intorno al Sole, van descrivendo degli archi in tempi proporzionali alle aje sottoposte a quelli, non altrimenti che i Pianeti secondarj intorno a' loro primarj; non si avrà veruna difficoltà di affermare che la forza, onde i



Pia-

Pianeti primarj, deviando dalle tangenti rettilinee, vengono obbligati a muoversi all' intorno del Sole, abbia per centro il Sole medesimo; nella guisa appunto che la forza de' Pianeti secondarj dee aver per centro i rispettivi loro primarj. E poichè tirandosi de' raggi vettori da' varj punti delle orbite de' Pianeti primarj alla Terra, si trova che le aje da essi descritte non sono proporzionali a' tempi; necessario è dire che il Sole, e non la Terra sia il centro de' loro movimenti; e quindi che il vero Sistema del Mondo sia in realtà il Sistema Copernicano (§. 252).

378. Stabilita siffatta verità con tutta l' evidenza, è cosa agevolissima il rintracciar la legge, onde opera l' indicata forza centrale, quando vogliasi avere in mira la seconda famosa legge di Keplero, che riguarda il rapporto costante tra le orbite de' Pianeti, e 'l tempo, ch' essi impiegano per iscorrerle. Scorgendo egli che quantunque l' orbita di Giove non sia che cinque volte maggiore di quella della Terra, pure impiega egli dodici volte più di tempo nello scorrerla, si applicò di proposito a rintracciarne la cagione; e dopo moltissimi, e replicati tentativi gli riuscì finalmente di ritrovare che *i quadrati de' tempi periodici de' Pianeti sono come i cubi delle loro distanze medie dal Sole*. Così, per modo di esempio, siccome il quadrato del tempo pe-

periodico di Giove è 140 volte maggiore del quadrato del tempo periodico della Terra, così il cubo della distanza media di Giove dal Sole è 140 volte maggiore del cubo della distanza media della Terra dal Sole medesimo. La qual cosa non solamente si avvera ne' Pianeti primarj, ma benanche ne' secondarj, a tenore di ciò, che ad altri Astronomi è riuscito d' investigare. Di fatti paragonando le distanze de' Satelliti di Giove, e di Saturno, colla durata delle loro rivoluzioni intorno a' rispettivi Pianeti, vi si ritroverà evidentemente il medesimo rapporto. Lo scoprimento adunque della testè dichiarata seconda legge Kepleriana servì a Newton di regola infallibile, e lo condusse quasi per mano a rintracciare che la forza centrale, onde i Pianeti son ritenuti nelle loro rivoluzioni, e quindi obbligati ad aggirarsi intorno a' loro centri per curvi sentieri, è *nella reciproca ragione de' quadrati delle distanze da' centri medesimi*. Egli è ormai dimostrato in Matematica esser tale la legge, che compete alle forze centrali di que' corpi, che rivolgendosi in orbite prossimamente circolari, danno i quadrati de' tempi periodici come i cubi delle loro distanze dal comun centro del loro movimento; siccome d'altra parte dandosi per certo, com' è indubitato, che i corpi celesti, esempigrazia, descrivano orbite ellittiche, od anche un' altra sezione

di cono, ne dee necessariamente seguire, che la forza centrale, onde sono animati, è nella ragione inversa de' quadrati delle distanze.

*FORZA CENTRALE DE'PIANETI IDENTICA A QUELLA DI GRAVITÀ.*

379. La sublimità dell'ingegno di Newton squarciandogli arditamente il tenebroso velo dell' ignoranza, condusselo colla scorta dei rammentati lumi a poter rinvenire che la forza centrale de' Pianeti, di cui si è ragionato fin quì, non differisce punto da quella di Gravità, che abbiam veduto competere a tutt'i corpi terrestri (§.72). A potersi formare una chiara idea di questo argomento uopo è prestare attenzione alle seguenti cose: immaginiamo per poco che la Luna nell' atto che stiasi rivolgendo per la sua orbita, abbandoni in un istante il naturale suo corso, e cominci a scender giù in virtù della forza centripeta verso il centro della Terra. S'egli è fuor di contesa che gli spazj rettilinei, trascorsi da' corpi liberamente cadenti dallo stato di riposo in un dato tempo, sono sul cominciar del lor moto proporzionali alle forze, che gli obbligano a discendere; sarà vero altresì che la forza centripeta nella Luna sarà a quella di Gravità nella superficie terrestre, come lo spazio, che la Luna trascorrerebbe in un picciolissimo tempo nella sua discesa, è allo spazio,

zio, che un corpo qualunque descriverebbe nel tempo stesso cadendo da una picciola altezza per forza della Gravità verso il centro terrestre. Or l'anzidetto spazio, cui trascorre la Luna, uguale al seno verso dell'arco, ch'ella descrive in un dato tempo (§. 165), si è rintracciato dagli Astronomi (*a*) essere a quello d'un grave, che discende presso alla Terra, come il quadrato del semidiametro terrestre al quadrato del semidiametro dell'orbita lunare: vale a dire, nella reciproca ragione dei quadrati delle distanze. Di fatti i gravi, che fansi liberamente scendere verso il centro terrestre, scorrono 15 piedi nel tempo d'un secondo; dovechè la Luna descrive nel tempo stesso un arco della sua orbita, ch'è circa 33 minuti terzi, il cui seno verso, uguale, come si è detto, allo spazio, per cui vien tratta giù dalla forza centripeta dalla Terra, uguaglia $^1/_{200}$ di piede, che in 15 piedi entra 3600 volte. Dunque la Luna viene attratta dalla Terra con un grado di forza, ch'è 3600 volte minore di quella, onde son tirati i corpi terrestri. Ma la distanza della Luna dal centro terrestre eccede di circa 60 volte quella de' corpi collocati presso alla superficie della Terra; e'l quadrato di 60 è 3600: egli è dunque manifesto che la forza centripeta, che ope-

 ra

(*a*) La quantità dello spazio in quistione si è rilevato per mezzo del tempo periodico della Luna, e della sua distanza dal centro terrestre.

ra sulla Luna, scema a proporzione che cresce il quadrato della distanza; ed è tale, che un corpo dotato di quella (*a*), descriverebbe in vicinanza della Terra uno spazio di 15 piedi, ed 1/12 nell' intervallo di un secondo, siccome può ciascun rilevare da se per via di un calcolo semplicissimo. Ma i corpi terrestri, che liberamente cadono, scorrono anche lo spazio di 15 piedi, ed 1/12 in tempo di un secondo. Dunque la forza, ond' è ritenuta la Luna, segue la stessa legge di quella della Gravità. La forza similmente, onde il Sole a se trae il Pianeta di Saturno, è 100 volte minore di quella, ond' è tratta la Terra, per esser Saturno 10 volte più distante che la Terra dal corpo solare; ed ognun sa che il quadrato di 10 è 100. Ciocchè si avvera ugualmente finanche ne'Satelliti di Giove, e di Saturno. Ma la forza di Gravità si trova seguire una tal proporzione (§. 78): hanno elleno dunque la medesima indole, nè differiscono punto l'una dall'altra.

380. Da tutto ciò, che abbiam testè dichiarato rendesi manifesto che la forza centri-

(*a*) In questa ipotesi dee giustamente supporsi che cotal forza centripeta, che opera sulla Luna, comunicata al corpo cadente, vadasi successivamente accrescendo a misura che vassi scemando il quadrato delle distanze, per cui va egli discendendo dalla Luna verso la Terra. Ciò s' intenderà facilmente quando verremo a trattar delle leggi, che osservansi nella caduta de' gravi.

tripeta della Luna, e conseguentemente degli altri Pianeti, nulla differisce dalla forza di Gravità de'corpi terrestri; e che l'immensa massa del Sole spandendo abbondantemente tutt'intorno fino a distanze incomprensibili la propria attrattiva forza; quasi Sovrano di tutti gli Astri del nostro Sistema, efficacemente a se gli trae, e se gli fa rivolgere intorno con perpetui, e regolati giri, non altrimenti che la Terra, Giove, Saturno, ed Herschel, a se traggono, e fanno rotare le loro rispettive Lune; essendo da quelle, non meno che il Sole da tutt' i Pianeti, per virtù di attrazione tratti ugualmente. Dal che poi avvien che incontrandosi eglino ne'loro giri in varie distanze, ed in diverse direzioni, disturbano vicendevolmente in qualche modo i regolari loro movimenti, e cagionano quelle tali *anomalie*, o irregolarità, che dir si vogliano, la cui misura si scorge in virtù del calcolo corrisponder benissimo alle note leggi della Gravità, e dell'Attrazione.

381. Dalle cose fin quì dette può chicchessia manifestamente scorgere, come l'Uomo stabilito in una immensa distanza dagli Astri, e costituito dalla Natura a non potersi sollevare un palmo, per così dire, al di sopra della superficie terrestre, può poscia, con gl' ingegnosi sforzi del suo intelletto, trasportarsi come a volo ne' vasti spazj del cielo, per esaminarvi a bell' agio le leggi

leggi portentose de' loro moti; e quanto sia deplorabile l' ignoranza di coloro, i quali privi di siffatti lumi, riguardano come favole, e come cose affatto insussistenti, tutto ciò, che dagli Astronomi si asserisce relativamente a corpi così lontani da noi. È agevole il ravvisar d' altronde quanto sia smisurata l'alterigia dell'uomo, il quale essendo abitator della Terra, che riguardar si può ragionevolmente come un punto matematico nella vastità del Mondo, osa presumere che il Sole, i rimanenti Pianeti, forse anch'essi forniti di abitatori (§. 225), e le innumerabili immense moli delle Stelle fisse, abbiansi a rivolgere intorno ad esso lui, qual Signore dell' Universo, nel cui centro immagina egli orgogliosamente di tener la sua sede. Che però il saggio Pope ebbe gran ragione di dire esser l' uomo a un tempo stesso

*È lo scorno, e l'onor della Natura.*

382. Uopo è dunque considerare i Pianeti a guisa di tanti corpi *projettati*, per modo di dire, dalla mano dell' Onnipotente fin dal tempo della lor creazione; i quali, se avessero dovuto ubbidire soltanto a cotesta forza, sarebbero andati a disperdersi, chi sa con qual successo, nell' immenso spazio de' cieli; siccome d'altra parte sarebbero andati a piombare nel lor centro, qualora sceveri dall'accennata forza di *projezione*, avessero dovuto unicamente seguire la legge di Gra-

Gravità. Per la qual cosa animati eglino da queste due poderose forze nel tempo stesso, dovettero in virtù dell'esposte leggi, incominciare immediatamente a descrivere una curva intorno al centro del lor movimento: e lo scorgersi di fatti che tutt'i corpi celesti aggiransi su linee curve intorno ai centri de' loro moti; è un certissimo indizio ch'essi eseguono i moti stessi, e mantengonsi equilibrati in quelli per virtù delle additate forze.

### COME I PIANETI DESCRIVANO ORBITE ELLITTICHE.

383. Dato per certo quel che fu a bella prima dimostrato da Keplero, e poi concordemente da tutti gli Astronomi moderni; intendo dire che i Pianeti descrivano orbite ellittiche, che poco differiscono dal cerchio, veggiamo qual sia la progressione del loro movimento ne' varj punti di cotale orbita colla guida de' principj, che abbiam dichiarato ragionando del moto composto sì rettilineo, come curvilineo. Abbiam dimostrato nel §. 147 che la diminuzione di velocità espressa dalla diagonale, che soffre un mobile spinto da due forze nel tempo stesso, fassi maggiore, o minore a misura che varia l'angolo di direzione. E siccome nel movimento curvilineo circolare le forze motrici centripeta, e centrifuga, essendo applicate ad

ad angoli retti sul mobile in tutto il tratto della circonferenza, non variano giammai il loro rapporto, per essere i raggi sempre eguali, così elleno uguaglíansi costantemente tra se, e quindi il mobile sostiensi perennemente alla stessa distanza del centro attraente (§. 156). Non avvien però così quando il mobile si aggira in una curva ellittica, come A F B G, quale supponiamo, come è detto dianzi, esser la curva, che descrivono i Pianeti. Il foco S, ovvero R nell'ellisse (*a*) non è nel centro di essa, e per-

Tav. I. Fig. 8.

(*a*) Dovrebbero i giovani studenti di Fisica conoscere qual sorta di curva sia l'Ellisse: pur nondimeno per giovare a coloro, che non ne fossero istruiti, direm qui brevemente che l'Ellisse è una delle sezioni del cono, la quale si genera tagliando un *cono retto* per mezzo di un piano, che lo attraversa obbliquamente, ovvero in direzione non parallela alla base; che non passa pel vertice del cono; e che non incontra la base di esso.

Fra le varie maniere onde l'Ellisse si definisce da' Matematici, trasceglieremo quella, che si ricava dalla sua forma, e diremo essere una linea curva rientrante, continua, regolare, che in se racchiude uno spazio più lungo che largo, detto volgarmente *Ovale*. Tale è appunto la Fig. 8 della Tav. I. Ha ella due assi ineguali A B, F G, il primo de' quali dicesi *grand'asse*, o *diametro trasverso*; il secondo si denomina *secondo asse*, ed anche *asse conjugato*; i quali formano il massimo, e 'l minimo de' diametri dell'Ellisse.

I punti

e perciò i raggi vettori S *o*, S B, S A ec. tirati dal foco S a' varj punti di essa curva non sono tra se uguali, ma a differenza del cerchio sono più lunghi, o più brevi nelle varie loro posizioni. Applicando delle tangenti A*a*, *ob*, *oc*, *od*, ec. ch' esprimono la direzione della forza centrifuga (§. 161) ai raggi vettori S A, S *o*, S B ec. d' una ellisse, ch' esprimono la direzione della forza attraente; si vedrà che l' angolo di direzione S A *a*, S B *g*, in ambe l' estremità del grand' asse A B, ossia nell'Afelio, e nel Perielio, sono retti; che in uno de' lati AFB dell' ellisse, riguardante il piccolo asse FG cotesti angoli S *o b*, S *o c*, S *o d*, S *o e*, andando dal Perielio A, all'Afelio B, si van facendo ottusi; e finalmente che nel lato opposto BGA ritornando il Pianeta dall'Afelio B al Perielio A, vansi rendendo successivamente acuti, quali sono gli angoli S *o h*, S *o i*, S *o k*, S *o l*. Variando dunque per tal modo gli angoli di direzione di ambe le forze motrici, ne avviene che variano colla stessa

---

I punti, per esempio, S, R, presi nel grand'asse ad ugual distanza dalle sue estremità A, B, chiamansi *Fochi* dell'Ellisse. Ciò basti per l' intelligenza della dimostrazione.

Aggiungasi che il grand' asse AB dicesi dagli Astronomi *linea* degli *Apsidi*, dalla Greca voce Ἀψὶς *Apsis*, *curvatura*, poichè i Pianeti giunti all'estremità A, B di quella, ripiegano il lor corso.

stessa proporzione anche i loro rapporti primitivi (§.147), per modo che nell'andare il Pianeta dal Perielio all'Afelio la forza centrifuga divien preponderante fino ad un certo segno su quella di attrazione, e trasporta il Pianeta per diagonali infinitamente picciole (§.156) alquanto fuori della circonferenza d'un' orbita circolare: laddove nel ritornare dall'Afelio al Perielio; per una ragione contraria, o sia perchè gli angoli di direzione di entrambe le forze si van facendo successivamente più acuti cominciando dall'Afelio B, dove l'angolo S B *g* è retto, la forza di attrazione va prevalendo di mano in mano sulla forza centrifuga, e riconduce così il Pianeta al Perielio A, dove l'angolo di direzione S A *a* divien retto di bel nuovo, e le forze pongonsi in equilibrio: dopo di che ripiglia quello nuovamente la stessa curva ellittica cominciata.

Tav. I. Fig. 8.

384. Quindi scorgesi ad evidenza che i Pianeti non sono sempre ugualmente distanti dal Sole in ogni punto della loro rivoluzione; e che fra tutte coteste distanze ve n'è una *media*, qual sarebbe in F, o in G, o sia ne' punti estremi del picciolo asse dell' ellisse; come altresì che le velocità, ond'essi si muovono, non sono le medesime in ogni parte delle loro orbite.

*UTILI CONSEGUENZE DELLE LEGGI KEPLERIANE, E DELLE FORZE CENTRALI.*

385. La dichiarata seconda famosa legge di Keplero (§. 378), riguardante i tempi periodici de' Pianeti, è fecondissima di conseguenze; e tra le altre veramente ammirabili da essa dedotte una si è quella di poter rinvenire le distanze, in cui i Pianeti primarj si rivolgono intorno al Sole, e i secondarj intorno a' primarj, tostochè si sappia il tempo, ch'essi impiegano nel fare le loro rispettive rivoluzioni. Dicasi per esempio: come il quadrato del tempo periodico della Terra è al quadrato del tempo periodico di qualunque Pianeta, così il cubo della distanza media della Terra dal Sole è al cubo della distanza media del Pianeta dal Sole istesso. Del resto tutte le teorie delle forze centrali somministrano de'lumi per rintracciare certe verità spettanti a'corpi celesti, la cui cognizione non potrebbe altrimenti giugnere a noi. E a dir vero, uno degli usi eccellenti, ritratti dalle medesime, si è quello di poter manifestamente conoscere le rispettive masse, e densità de' differenti Pianeti. Riduciamo questa verità ad un fatto, affin di renderla pienamente intelligibile. Si sa per virtù di osservazioni che la distanza, in cui la Luna si rivolge intorno alla Terra, è uguale a un di presso a quella, in cui il primo Satellite di Giove si ag-

aggira intorno a un tal Pianeta. Abbiamo già dimostrato che le forze centrali sono come il quadrato della celerità; vale a dire, che se due Pianeti rivolgendosi in orbite uguali, la velocità di uno sia doppia di quella dell'altro, uopo è che il Sole per ritenere il primo nella sua orbita impieghi quattro volte più di forza di quella, ch'è necessaria per ritenere il secondo (§. 166). Per la qual cosa essendo noto agli Astronomi che la velocità, onde il mentovato Satellite descrive la sua orbita intorno a Giove, è sedici volte maggiore di quella, onde la Luna si rivolge intorno alla Terra; rendesi eziandio manifesto che la forza, onde Giove ritiene il suo Satellite, è 256 volte maggiore di quella, onde la Luna è ritenuta dalla Terra; per essere 256 il quadrato di 16, ch'esprime la velocità. Or siccome questa forza attrattiva è proporzionale alla quantità della materia (§. 165); da quel che si è detto si deduce, che la massa di Giove è 256 volte maggiore della massa terrestre. Quindi se il volume di Giove superasse 256 volte il volume della Terra, ciò indicherebbe che la densità di Giove sarebbe uguale a quella della Terra: ma poichè lo supera di 1246 volte, in cui 256 si contiene 4 fiate (lasciando da parte le frazioni); ciò fa vedere che ci vuole la quantità di materia contenuta in quattro parti del volume di Giove, per uguagliare quella, che

che contiensi in una parte sola del volume della Terra; e conseguentemente che la densità della Terra è quattro volte maggiore di quella di Giove.

386. La stessa regola ci dà similmente la densità di Saturno rispettivamente alla Terra; e questo è il metodo, di cui ha fatt' uso il Newton: e poichè da siffatti risultamenti si deduce che questi tre Pianeti crescono in densità a misura che sono più prossimi al Sole; supponendo, com' è verisimile, che la stessa legge abbia luogo negli altri Pianeti, si sono quindi dedotte le rispettive densità di Venere, Marte, e Mercurio, la cui potenza attraente, oppur la massa, che dir si voglia, non si può rilevare nel modo anzidetto, per esser eglino privi di Satelliti.

*INSUSSISTENZA DELLE OBBIEZIONI CONTRA IL SISTEMA COPERNICANO.*

387. A vista di tanti luminosi argomenti rapportati fin quì relativamente ai moti dei corpi celesti, scorgerassi manifestamente su quali sode fondamenta sia appoggiato il Sistema Copernicano; e quanto sieno frivole, ed insussistenti le obbiezioni, che si soglion fare contro di esso. Bisogna ragionevolmente convenire che non v' ha cosa meglio dimostrata nella Filosofia naturale quanto il moto della Terra, atteso l' ammirabile accordo, che

che ravvisasi fra esso, ed i fenomeni celesti. Nè sono punto ragionevoli gli argomenti, che si traggono dalle Sacre Scritture, in cui parlasi sovente del nascere, e tramontar del Sole, e dove trovasi registrato parimente che Giosuè essendo alla testa dell'Esercito Israelitico contro i Re degli Amorrei all'assedio di Gabaon, ordinò al Sole che arrestasse il suo corso, ad oggetto di prolungar la battaglia: *Sol*, disse egli, *contra Gabaon ne movearis, et Luna contra vallem Ajalon.* Indi soggiugnesi: *steteruntque Sol*, *et Luna*, *donec ulcisceretur se gens de inimicis suis. Jos. Cap.* X. *vers.* 12. È possibile però che non si voglia riflettere che i sacri Autori si sono adattati al linguaggio, che si usa nella società, appoggiato sul moto apparente de' corpi celesti! Se gli Astronomi stessi, comechè persuasissimi del moto della Terra, non solo ne' loro ragionamenti familiari, ma eziandio ne' loro libri, servonsi del comune linguaggio, dicendo che il Sole nasce, e tramonta; qual meraviglia è poi che facciano lo stesso i sacri Scrittori, il cui scopo era tutt'altro che insegnar l'Astronomia? Questo è l'insegnamento, che ci danno i Padri della nostra S. Chiesa. *More humano*, dice S. Agostino (*a*), *Deus in Scripturis ad homines loqui*

(*a*) *Quaest. super Gen.* lib. I. Cap. 39.

*quitur*; ed altrove (*a*): *sic loquitur Scriptura ut homines vulgo loquuntur, et mente concipiunt*; e più chiaramente nel passo, che qui segue (*b*): *Non legitur in Evangelio Dominum dixisse: mitto vobis Paraclitum, qui vos doceat de cursu Solis, et Lunæ; Christianos enim voluit facere, non Mathematicos.* Finalmente per non farne un lungo novero, rapporteremo un passo di S. Girolamo sullo stesso argomento. *Consuetudinis Scripturarum est*, egli dice, *ut opinionem multorum sic narret historicus quomodo eo tempore ab omnibus credebatur* (*c*). Se Giosuè nella riferita giornata avesse detto: *Fermati, o Terra*, sarebbe stato riputato uno stupido da tutte le sue genti, e forse avrebbe eccitato in esse delle risa; oppure gli sarebbe convenuto di fare una lezione di Astronomia per giustificare la sua proposizione. Cosa, che non solo sarebbe stata fuor di luogo, e fuor di tempo, trattandosi di una battaglia formidabile, ma è anche da riflettersi che pochissimi, e forse niuno dell' Esercito sarebbe stato al caso di comprenderla. Intendasi così di tutte l' espressioni simiglianti, che s' incontrano qua e là nelle Sacre Scritture. Per

 esem-

(*a*) ***Ibid Cap.*** 9.
(*b*) ***Lib. I. Cap.*** 10 ***contra Felicem Manio.***
(*c*) ***In Matt. Cap.*** 13.

esempio: *Generatio praeterit*, *generatio advenit*, *Terra autem in aeternum stat* (a). Chi non comprende che in questo sacro testo si mette a contrapposto la fluttuazione delle generazioni, che succedonsi l' una all' altra, colla durata della Terra, e non già colla sua stabilità locale nel centro dell'Universo? Oltrechè, quando si volesse stare al senso puramente letterale, non sarebbe difficile il rinvenire nelle Sacre Carte espressioni tali, che sembrassero autorizzare il movimento della Terra. *Moveatur mare*, dice il Salmista, *et plenitudo ejus*, *orbis terrarum*, *et universi*, *qui habitant in eo*. Ma ognun vede esser tutt' altro il senso di questa, e di simiglianti espressioni.

388. Ciò basta per darvi una qualche idea de' fonti, da cui sono derivate parecchie utilissime verità astronomiche, la cui intelligenza contribuisce moltissimo a far acquistare un adeguato conoscimento delle interessantissime leggi dell' Attrazione, le quali per virtù d' un esame assai severo, scorgonsi mirabilmente connesse col Sistema generale del Mondo.

AR-

(a) *Ecclesiastici Cap. I.*

## ARTICOLO II.

### *Del Flusso, e Riflusso del Mare.*

389. Osservasi nel mare un fenomeno meraviglioso, qual è quello che le sue acque sollevandosi per ben due volte al di sopra del loro naturale livello, e quindi abbassandosi alternativamente per altrettante fiate nell'intervallo di presso a 24 ore e tre quarti, vanno ad inondar le sue rive, e poi le abbandonano di bel nuovo. Questo è ciò, che dicesi *Marèa*, od anche *Flusso, e Riflusso* del mare; denominandosi poscia specialmente *alta Marèa* l'innalzamento delle acque, e *bassa Marèa* la loro depressione. Cotal portentoso fenomeno ha destata in tutt'i tempi la curiosità, e l'attenzione de' Filosofi, la maggior parte dei quali si son ritrovati oltremodo imbarazzati nel volerne dare una spiegazione soddisfacente. Non v'ha però alcun fra gli antichi, che ne abbia ragionato con maggior precisione, ed aggiustatezza, quanto Plinio il vecchio, il quale nel secondo libro della sua *Storia naturale* rammentandone distintamente le più minute circostanze, lo fa francamente derivare dalla forza attrattiva del Sole, e della Luna sulle acque marine. Vi sono stati di quelli, che l'hanno attribuito a' fiumi, i quali precipitandosi nel mare, cagionassero l'elevazione delle sue

 ac-

acque: altri hanno immaginato che procedesse da un assorbimento, e da una espulsione alterna delle acque marine entro a voragini immense, esistenti nel fondo di quelle; e v'ha di coloro, che lo han creduto un effetto di un bollore, originato da fuochi sotterranei. Galilei è stato di opinione che fosse cagionato dal moto diurno, ed annuo della Terra ( §. 365 ). Ma Keplero ch' ebbe un' idea assai precisa della forza di attrazione, lo spiegò col mezzo di quella, siccome era stato indicato da Plinio: e Newton dopo di aver rintracciate le leggi di siffatta prodigiosa forza, seppe adattarle così bene alla spiegazione delle Marèe, e corroborò la sua teoria con tali dimostrazioni, che può essa giustamente riputarsi tutta sua. Aggiuntesi le specolazioni, e le fatiche di Halley, Bernoulli, Eulero, Maclaurin, e d' Alembert, si è renduta la cosa così manifesta, che pare non esser più soggetta a veruna sorta di dubbio.

*INFLUENZA DELLA LUNA SULLE MARÈE.*

390. Gli argomenti, e i fatti luminosi, su cui è fondata la testè indicata teoria, sono i seguenti. Osservasi in primo luogo che le rammentate due Marèe giornaliere ( §.389 ) non avvengono sempre all' istessa ora, ma ritardano da un giorno all' altro di circa tre quarti d' ora ( e propriamente di

di 48' 46" ), corrispondentemente al ritardo dell' arrivo della Luna al meridiano. In secondo luogo è cosa osservabile che il periodo delle Marèe non differisce punto da quello della Luna; giacchè in fine d' ogni lunazione, o vogliam dire al termine di ogni rivoluzione sinodica (§. 280), le Marèe veggonsi succedere a un di presso alla medesima ora. In terzo luogo egli è cosa costantissima che le Marèe sono più considerevoli, e più forti in tempo delle sigizie, ossia in tempo della nuova Luna, e della Luna piena, che nelle quadrature (§.289). Inoltre avviene generalmente, nè si pone affatto in dubbio, che le Marèe, di cui si ragiona, sono assai più sensibili in tempo che la Luna è *perigèa*, ovvero nella sua massima vicinanza alla Terra, che quand' ella è *apogèa*, ossia nella sua massa distanza dalla Terra medesima: e la differenza è così grande, ch' essendo la Luna perigèa, succedono Marèe tali nelle sue quadrature, che giungono ad uguagliare quelle delle sigizie apogèe. Da un grandissimo numero di osservazioni praticate a Brest viene evidentemente a risultare, ch' essendo la Luna nella sua media distanza, produce una Marèa di 13 piedi, e 5 pollici; laddove essendo apogèa, non la produce che di 10 piedi, e 10 pollici; siccome la è di 16 piedi essendo perigèa; cosicchè l' elevazione delle acque marine varia a norma

 delle

delle distanze lunari; ed in tempo delle sigizie perigèe sorpassa di più di cinque piedi quella, che suole accadere nelle sigizie apogèe. E siccome la massima distanza della Luna è alla sua distanza minima come 8 a 7, i cui cubi sono come 3 a 2; così sono eziandio gli effetti della sua forza, o sien le Marèe osservate nelle accennate distanze. È già dimostrato presso gli Astronomi che quantunque l'intera forza attrattiva della Luna sia nella ragione inversa de' quadrati delle distanze (§. 379), nulladimeno però è in quella de' cubi, qualora ella si scompone nella forza orizzontale, ed in quella, che segue la direzione del raggio terrestre, per aver l'effetto, ch'ella produce sulla gravità delle acque relativamente al centro della Terra.

*INFLUENZA DEL SOLE SULLE MARÈE.*

391. Dall'osservarsi costantemente che le Marèe sono maggiori in tempo delle sigizie (§. 390), manifestamente si deduce che ove l'azione lunare trovasi congiunta a quella del Sole, viensi ad aumentare notabilmente il loro effetto: per conseguenza non è da mettersi in dubbio che il Sole abbia parimente qualche influenza sulla produzione delle Marèe: tanto vie più che costa dalle osservazioni rapportate dal Sig. Cassini nelle Memorie dell' Accademia delle Scien-

ze

ze di Parigi, che le Marèe del solstizio d'Inverno sono maggiori di quelle del solstizio estivo. Or egli è certo che la distanza del Sole dalla Terra nel principio di Gennajo, qualora egli è nel suo perigèo, è a quella, in cui egli si ritrova nel principio di Luglio, quando è nell' apogèo, come 9832 a 10168; talmentechè rapportando tra loro i cubi di siffatte distanze, viensi a dedurre che la forza solare nella produzione del fenomeno in quistione, è maggiore d'una decima parte in tempo d' Inverno, che nella State. Ed in vero, anche lasciando da parte fatti così luminosi, è cosa naturalissima il supporre che il Sole, la cui attrazione sulla Terra, non che su'rimanenti Pianeti, è tanto sensibile, e manifesta, debba esercitarla eziandio sulle acque del mare, quantunque meno efficacemente della Luna, per cagione della sua prodigiosa distanza da quelle. Per verità reca grandissimo piacere lo scorgere che gli Astronomi a forza di osservare i varj fenomeni delle Marèe, ed a forza di contemplarli attentamente, sono giunti a rintracciare con evidenza il rapporto scambievole dell' azion del Sole, e di quella della Luna; giacchè nelle sigizie, ove trovansi eglino congiunti, necessaria cosa è che gli effetti da essi prodotti sieno la somma delle loro azioni; laddove nelle quadrature, allorchè le loro azioni fansi in direzioni differenti, gli effetti medesimi espri-

esprimer debbono per necessità la differenza di quelle. Di fatti essendosi rilevato dalle osservazioni riferite da Bernoulli, che le Marèe (suppongasi a S. Malò) delle sigizie sono a quelle delle quadrature, come 50 a 15, ossia come 10 a 3; è manifesto che a tenor di tali osservazioni le forze impiegate da' due luminari per produrre quelle tali Marèe, sono tra loro come 13 a 7; giacchè la somma di questi due numeri, ch'è 20, è a 6, ch'è la loro differenza, come 10 è a 3, ossia come le Marèe osservate. Ma 13 è poco meno che il doppio di 7. Dunque la forza impiegata dalla Luna per produr le Marèe, è poco men che doppia di quella, che s'impiega dal Sole. Nulladimeno però, giusta le osservazioni più esatte, raccolte dal Signor de la Lande, si rileva evidentemente che l'azion del Sole è a quella della Luna, come 1 a 2 7/15, ovvero come 1 a 2 1/2 a un di presso.

### *SPIEGAZIONE DEL MODO ONDE PRODUCONSI LE MARÈE.*

392. Stabilita evidentemente per via di fatti la vera cagion produttrice del Flusso, e Riflusso del mare; e determinato eziandio il rapporto delle forze, che vi s'impiegano per produrli; egli è tempo ormai di dichiarare il modo, ond'essi vengonsi a gene-

nerare. Or per ben intendere la spiegazione di cotal fenomeno uopo è richiamare alla memoria il principio generale già da noi altrove stabilito; cioè a dire, che la forza di Attrazione è nella ragion reciproca dei quadrati delle distanze. Che però, se la Terra non consistesse che in una superficie piana, tutt' i suoi punti sarebbero ugualmente attratti dalla Luna, e non vi sarebbe alcuna Marèa: ma poichè ella è conformata presso a poco alla guisa d'un globo, dee necessariamente seguirne, ch' essendo la Luna in M, le acque del mare, che circondano un tal globo, saranno maggiormente attratte nel punto B, ch'è più vicino alla Luna, che ne' punti F, G, che ne sono più discosti. Per la stessa ragione le acque corrispondenti a cotesti punti F, G, saranno attratte più poderosamente di quelle, ch' esistono in A, e in C, per esser queste più distanti dalla Luna. Per la qual cosa le acque in B innalzandosi più che in F, e in G; e queste similmente più che in A, e in C; dovranno conformarsi in uno sferoide ellittico, non altrimenti che dimostreremo succedere alla Terra per virtù della forza centrifuga; e quindi mondare quei luoghi della Terra, che a B son vicini: siccome d'altra parte forz' è che si abbassino in A, ed in C, per correre verso F B G, producendo così il *Riflusso*, ovvero la *bassa Marèa*.

Tav. VIII. Fig. 3.

393.

393. E poichè a tenor della legge indicata di sopra (§. 378), il centro della Terra E, per esser più vicino alla Luna M di quel che sono le acque collocate in L, uopo è che soggiaccia ad una maggior forza di attrazione, andrassi egli ad accostare maggiormente a quella; e quindi le acque in L essendo meno attratte, resteranno, diciam così, un poco più indietro: ond' è che si conformeranno parimente in questo emisfero inferiore in uno sferoide ellittico, comechè per cagioni del tutto opposte a quelle, per cui han presa una tal forma nel superiore emisfero ABC. Dal che ne avverrà che ne' luoghi adjacenti a D vi sarà alta Marèa nel punto medesimo, in cui succederà ne' siti adjacenti a B; cioè a dire, che si avrà l' alta Marèa, sì quando la Luna è sul nostro zenit, come quand' ella è nel nostro nadir. Ciò ch' è seguìto in B, ed in D, accaderà dopo lo spazio di circa sei ore ne' punti A, e C; che val lo stesso che dire, che qualora la Luna, facendo il suo corso intorno alla Terra, sarà giunta in H, produrrassi l' alta Marèa ne' punti A, e C, per le stesse ragioni, per cui si produsse in B, ed in D; ne' quali conseguentemente farassi ora la Marèa bassa: e così si ragioni de' rimanenti punti della superficie terrestre; inguisachè ritornata la Luna al punto M nell' intervallo di circa 24 ore, e tre quarti, si tro-

Tav. VIII. Fig. 3.

Tav. VIII. Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 3.

troverà di aver cagionato in ciascun lido del Globo due Marèe basse, e due alte, che si son succedute alternativamente dopo lo spazio di circa sei ore. Che però a tenor di tali cose ci sarà permesso d'immaginarci, che il mentovato sferoide acquoso segua tutt' all' intorno della Terra il corso della Luna, e vada così mano mano inondando que' luoghi, che si trovan vicini alla sua sommità, ossia nella direzione del suo grand' asse, lasciando successivamente a secco quegli altri, che trovansi corrispondere al suo picciolo asse, ovvero ai suoi lati.

394. Se essendo la Luna in M, avvien che il Sole si ritrovi in N in congiunzione colla medesima, la sua forza di attrazione unirassi a quella della Luna; e cospirando perfettamente amendue, produrranno un effetto uguale alla somma delle loro forze, e conseguentemente innalzeranno le acque ad una maggiore altezza. Rendesi dunque manifestissima la ragione, onde le Marèe sono più alte, e più rimarchevoli in tempo delle sigizie (§.391). Ugualmente chiaro rendesi eziandio che le Marèe esser debbono più basse e più deboli essendo gl'indicati luminari nelle loro quadrature (*Ivi*); conciossiachè l'effetto da essi prodotto uopo è che uguagli la differenza delle loro forze. Ed in fatti, supponendo la Luna in H, e 'l Sole in P, ovvero in O, le direzioni, onde agiranno le

Tav. VIII. Fig. 3.

Tav. VIII. Fig. 2.

le loro forze, sono in qualche modo opposte; cosicchè la Luna si sforzerà di trar le acque verso H, e 'l Sole farà forza d' innalzarle verso P. Dal che dovrà seguirne che se la forza lunare fosse capace d' innalzarle fino all' altezza di sei piedi, e 'l Sole fino all'altezza di due; l'innalzamento ossia la Marèa, non sarà che di 4 piedi dalla parte della Luna; uguale all' eccesso, ovvero alla differenza della sua forza, paragonata a quella del Sole.

395. Parecchi son di parere che le Marèe degli Equinozj sono generalmente le massime fra tutte; ma il Signor de la Lande dopo di aver seriamente, e con somma maestria ed accuratezza esaminato questo punto, crede poter conchiudere che nè le osservazioni, nè la teoria sono favorevoli a cotale opinione; e che se talvolta avvengono delle Marèe grandissime negli Equinozj sono elleno del tutto accidentali, ed attribuir si debbono non già all' attrazione degli accennati luminari, ma bensì alla violenza de' venti, da cui se ne sogliono produrre anche in altri tempi dell' anno. È ben vero però che ne' luoghi collocati al di sotto dell' Equatore, le più alte Marèe seguir debbono in tempo degli Equinozj; non altrimenti che in quelli, che giacciono al di sotto de' Tropici, debbono accadere in tempo del Solstizio corrispondente, per la ragione ch' essendo allora la Luna, e 'l Sole nel loro

ze-

zenit, la sommità dello sferoide acquoso (§. 393) dee rivolgersi a quello; e quindi forz'è che inondi massimamente que' tali luoghi sottoposti. Ciocchè per altro viene anche a soffrire delle alterazioni, provenienti dalle circostanze locali, come senza indugio passeremo ad osservare.

### CAGIONI PARTICOLARI DELLE VARIAZIONI DELLE MARÈE.

396. Affin di penetrare più addentro nella teoria delle Marèe, e per poter acquistare un' adeguata idea della cosa, vuolsi assolutamente notare che quantunque il tempo delle Marèe sia esattamente *corrispondente* al passaggio della Luna sul meridiano (§.390), nulladimeno però *non sogliono esse avvenire nel tempo medesimo*, ma un poco più o meno tardi, a tenor delle circostanze de' luoghi. Ne' mari liberi, e vasti, siffatto ritardo è meno considerevole, che nei mari angusti, ed imbarazzati; e si accresce vie maggiormente ne' siti più lontani dalla Zona torrida, i cui limiti non oltrepassandosi da' due mentovati luminari (§.358), si fa sì che ivi sieno i centri delle forze attrattive. Per cagion d'esempio, nell' Isola di S. Elena, collocata nel mezzo dell'Oceano Atlantico entro i limiti della Zona torrida, il ritardo delle Marèe, ossia la differenza tra l'ora di queste, e quella del pas-

passaggio della Luna al meridiano nel giorno della nuova Luna, è di 2 ore ed 1/4. Al Capo di Buona Speranza, ch'è fuori della Zona torrida, è di 2 ore e 1/2. Su alcune coste occidentali della Francia, ove il Mare è più libero, come sarebbe in quello di Guascogna, di Guienna, di Poitou, ec., è di 3 ore; laddove poi andando più in su, ed innoltrandosi nella Manica, ossia nel Canal d'Inghilterra, si va mano mano accrescendo, inguisachè a S. Malò è di 6 ore; a Barneville di 7; all'Havre de Grace di 9; a Dieppe di 10 ore e 1/2, a Bologna di Piccardia di 11; a Calais di 11 1/2; e finalmente a Dunkerque di 12 ore.

597. Or queste tali circostanze fanno chiaramente conoscere che il mentovato ritardo dipende da cagioni particolari, e secondarie, le quali vietano che le acque marine ubbidiscano prontamente alla forza, che le domina. Per esserne convinto appieno val la pena di ricorrere alle dottissime Opere di Eulero, Bernoulli, d'Alembert, ec., da cui manifestamente apparisce che il ritardo in quistione procede in gran parte dall'*inerzia* delle acque, ossia da quella natural proprietà, che hanno i fluidi, di non prendere immediatamente quella conformazione, ovvero quel cammino, a cui vengono determinati da forze esteriori; e quindi di continuare a muoversi nella direzione già loro impressa, anche dopo che le dette forze ces-

cessano di operare sovra di essi. Si aggiugne a ciò un certo grado di naturale aderenza, cui hanno tra loro le particelle dell'acqua; il fregamento, cui debbono soffrire durante il lor cammino; e i varj ostacoli de' Continenti, de' Golfi, degli Stretti, ec., che debbon poi superare in quel tal corso. Tutte queste cose unite insieme fanno sì, che quantunque l'alta Marèa debba avvenire in ciascun luogo qualor la Luna si sforza di sollevar le acque colla massima efficacia possibile, ossia quando ella è giunta al meridiano di quel tal luogo, nulladimeno cotal Marèa non si manifesta, che dopo alcune ore, corrispondentemente al numero, alla qualità, ed alla forza delle accennate cagioni, che tendono ad impedirla. In fatti col dare un'occhiata ad un Globo terrestre si ravvisa di leggieri che le acque del Mar Pacifico innalzate, e spinte, anzi, diciam così, trasportate dalla Luna dall'Oriente verso l'Occidente, incontrano prima l'ostacolo della Nuova Zelanda, e della Nuova Olanda; in seguito quello del Continente dell'Africa; indi passate nell'intervallo frapposto tra l'Africa, e l'America, vengono sforzate ad alterare il lor corso, per essere spinte in su da Mezzogiorno verso Settentrione, ed incontrano mano mano la costa di Spagna, e di Francia, per internarsi in ultimo nello Stretto di Calais. Ciò dee produrre che il loro moto si andrà successi-

 va-

vamente ritardando, e quindi che l'ora dell'alta Marèa avverrà ne' mentovati Paesi successivamente più tardi, secondochè si è da noi indicato nel Paragrafo antecedente. Nulladimeno però vi sarà sempre una perfetta corrispondenza tra l' ora di cotali Marèe, e 'l passaggio della Luna al di sopra del meridiano.

398. L'indicato successivo movimento delle acque del mare è così certo, e manifesto, che ne' luoghi più angusti si è giunto per via di osservazioni a misurarne il cammino; inguisachè è già noto, per cagion d'esempio, che sulle Coste di Francia scorrono esse lo spazio di 20 leghe nell' intervallo di un' ora; che nel tratto del Mar Rosso, cominciando da Moka fino a Suez, la Marèa impiega, nel giorno della nuova Luna, ben 14 ore per montar su: e siccome siffatto spazio ha la lunghezza di 335 leghe marine (ciascuna di 3 miglia Italiane), ben si vede ch' ella scorre 24 leghe nello spazio di un'ora.

399. L' argine poderoso, cui presentano alle acque i Continenti, le Isole, i Golfi, gli Stretti, ec., non solamente ritiene, e ritarda il lor corso, come si è detto, ma cagiona altresì l'effetto di farle innalzare ad un' altezza considerabile. A S. Malò, per esempio, giungono le Marèe ad elevarsi fino all'altezza di 45 piedi, a cagion che le acque dell' Oceano Atlantico spinte vigorosamen-

mente verso la Manica, e non ritrovando quivi un libero passaggio, vengonsi ad accumulare in certo modo; e quindi rimbalzate in parte dalla Costa d'Inghilterra, vengono dirette contro quella di S. Malò; ove arrestate, son costrette ad innalzarsi. Le grandi Marèe di Brest s' innalzano fino a 21 piedi: quelle delle Coste di Olanda a 17 piedi e 1/2: quelle di Calais a 18 piedi e 1/2; laddove ne' mari più liberi, ove le acque non si possono accumulare, la loro altezza è di gran lunga minore; dimanierachè non ascende ella al di là di 6 piedi sulla Costa meridionale dell'Africa; nè supera 3 piedi nell' Isola di Madagascar, in quella di S. Elena, nelle Filippine, nelle Molucche, ed in tutte quelle del Mar del Sud, tranne l' Isola di Oteheite, ove giusta le osservazioni di Cook, non monta a più di un sol piede.

400. L' incontro delle Marèe nelle angustie testè mentovate suol cagionare d' ordinario delle grandissime alterazioni, ed irregolarità nel loro movimento; il quale turbato, ed accresciuto vie maggiormente per virtù di banchi d'arena, di bassi fondi, od anche di venti impetuosi, rendesi furioso a segno, che producendo opposte poderose correnti, burrasche strepitose, tumultuoso innalzamento di acque, oppur vortici orrendi, non solamente riesce fatale a'miseri naviganti, ma minaccia strage, e rovina alle Coste adjacenti.

 Tal

Tal è appunto il caso del Canale d'Irlanda, cotanto soggetto a' naufragj, per cagion dello scambievole incontro delle Marèe, che vi s' internano dalla parte del Nord, e del Sud nel tempo stesso; e così talvolta accade a un dipresso nel Canal d' Inghilterra, ove la Marèa, che scende dall' Oceano Germanico, e fassi strada per un' ampiezza di circa 80 leghe tra la Costa della Scozia, e quella della Norvegia, va ad incontrare, non dirò solo lo Stretto di Calais, non più largo di sette leghe, e perciò incapace di dare un libero passaggio a siffatte acque, ma eziandio la Marèa contraria, che procedendo in su dall'Oceano Atlantico, viene sforzata ad internarsi in opposta direzione nello Stretto indicato. È pur troppo dolorosa la rimembranza de' luttuosi guasti, e delle orrende sciagure avvenute principalmente nell'Olanda in forza di Marèe straordinarie, avvalorate da furiosi venti, e da altre accidentali cagioni. Quella, che accadde nel 1568, fu così impetuosa, e furibonda, ch' essendosi elevata ad un' altezza straordinaria, ricoprì alcune Isole della Zelanda, sommerse buona parte della Costa di Olanda, ed allagò quasi tutta la Frisia, ingojando 72 villaggi, colla morte di 20 mila persone. Nè furono meno violente, e rovinose quelle, che avvennero quivi nel 1575, 1682, 1717, e 1741. E a chi mai sono ignoti gli orrendi Oragani, che

che dominar sogliono ogni anno nelle Isole di America, in quelle dell'Oceano Indiano, ed in altri luoghi della Terra, ove l'enorme gagliardia delle onde facendo a gara coll'impeto de' venti, cagiona de' pericolosi naufragj; stermina boschi, e campagne; abbatte con inudita ferocia e capanne, e saldi edifizj, arrecando da per tutto la desolazione, e la morte?

401. Essendo le acque del mare sforzate ad innalzarsi verso la Luna; e la cima dello sferoide acquoso potendosi riguardare come trasportata dall'Oriente all'Occidente seguendo il corso di quella (§. 393); chiaramente si comprende, che l'intera curvatura delle acque medesime aver dee l'ampiezza di 180 gradi, prendendo il suo principio da' punti A, e C, ossia dall'estremità del picciolo asse A C dell' indicato sferoide A I C; e quindi che non si può sperimentare l' effetto totale di siffatto innalzamento, salvochè ne' mari di grandissima estensione, ed in quelli particolarmente, i quali, a pari circostanze, sporgonsi dall'Oriente verso l' Occidente. Per questa ragione la Marèa è poco, o nulla sensibile ne' mari piccioli; in quelli, che sono in certo modo separati dall'Oceano, a simiglianza del Mar Baltico, e dello Stretto del Sund; e ne' mari isolati, qual sarebbe il Mar Caspio, eccetto che le acque non vi sieno innalzate da cagioni straniere, e secondarie annoverate già

Tav. VIII. Fig. 3.

nel §. 400. Il Mar Mediterraneo riguardar si può come mare isolato, per cagione dello Stretto di Gibilterra, la cui lunghezza essendo di circa 30 miglia, e l'ampiezza di sole dieci miglia e ½, fra Tariffa, e'l Capo di Malabare, debbono le acque spinte dall' Oceano incontrare una grandissima difficoltà nell' internarvisi, atta a por freno al loro regolar movimento. Quindi è, che parecchi han dubitato che non vi fossero quivi Marèe, e che il picciolo innalzamento delle acque procedesse unicamente dalla forza de' venti. Egli è però fuor di dubbio che nel Mediterraneo vi sono delle Marèe regolari, comechè assai leggiere, ed a mala pena discernibili dall'effetto de' venti; non oltrepassando esse in tempo di perfetta calma l'altezza d'un piede. Ciò non ostante però, le acque del Mediterraneo spinte entro il Golfo dell'Adriatico, e ritenute dalle Coste di quello, vi producono delle Marèe bastantemente sensibili, cosicchè in Venezia giungono d'ordinario al di là di due piedi, ed in tempo delle sigizie fino a 3 ½, siccome nelle grandi burrasche s'innalzano fino a 6. In tutto il tratto del Mediterraneo dominano moltissimo le correnti, di cui ve n'ha due principalissime. La prima è superficiale, e si fa lungo le Coste di Barberia, e di Egitto; si avanza lungo le rive orientali dell'Adriatico, seguendo quelle di Venezia, della Romagna ec.; e scorrendo

tre,

tre, o quattro miglia per giorno: procede quindi verso le Coste del rimanente dell'Italia, lungo quelle della Francia, e della Spagna, fino allo Stretto di Gibilterra. L'altra è sottacquea; essendosi rilevato in forza di esperimenti, che nell'atto stesso, che le acque dell'Oceano s'internano per lo Stretto accennato nel Mar Mediterraneo, le acque di questo per via di una corrente inferiore, opposta alla prima, vanno a scaricarsi nell'Oceano di bel nuovo, come si è osservato avvenire nello Stretto del Sund, e nel gran Fiume delle Amazoni, che attraversa l'America Meridionale, ove la Marèa rendesi sensibile fino alla distanza di 200 leghe dalla sua imboccatura. Coteste sono le vie, per cui le acque introdotte nel Mediterraneo, specialmente quando spirano i venti d'Ouest, e di Sud-Ouest, fannosi poi strada fuori del medesimo.

402. Dalle cose fin quì esposte a me sembra potersi comprendere in una maniera luminosa l' immediato, e stretto rapporto tra le Marèe, e le forze attrattive della Luna, e del Sole, e quindi l'universale prodigioso dominio di cotesto immenso potere giusta le leggi da noi indicate. Chiunque fosse vago di averne una più ampia, e più ragionata contezza, uopo è che si faccia a consultare il dottissimo Trattato del Signor de la Lande, annesso al IV Volume della sua *Astronomia*, non che le

Ope-

Opere de' celebri Autori già da noi mentovati ( §. 389 ).

403. Soggiugneremo quì soltanto un'applicazione assai naturale de' principj dichiarati in questo Articolo, facendoci a riflettere, che se il potere attrattivo del Sole, e della Luna, ha tanta influenza sulle acque del mare, che superando efficacemente, siccome abbiam veduto, l'enorme lor peso, genera in esse delle vaste, e poderose correnti, atte ad agitare in mille guise l'immensa mole dell'Oceano; quanto maggiore riputar dovrassi l'influenza stessa sulla nostra atmosfera, la quale e per cagione della sua maggior vicinanza, e per la sua maggiore mobilità, e per la sua leggerezza di gran lunga superiore a quella dell'acqua, è assai più capace di questa ad essere alterata, e commossa! Che s'egli è così, sarà molto irragionevole l'opinione di coloro, i quali in forza d'un mal inteso principio, recandosi a scorno di adottare nel nostro secolo un'antica, e com'essi dicono, rancida sentenza, prendono a beffe l'influenza della Luna su i venti, sulle tempeste, sulle piogge, e su tutte le meteore in generale, che hanno grandissima dipendenza dallo stato, e da' cangiamenti varj dell'atmosfera. Teniamo dunque in bando la chimerica idea degli Astrologi, i quali riguardano l'influsso lunare come una emanazione d'una materia, oppur di una virtù, atta ad operare

*im-*

*immediatamente* sul nostro corpo, sulle inclinazioni dell' animo nostro, sulla nostra buona, o cattiva fortuna: dispregiamo il volgar pregiudizio di doversi raccorre alcune piante in tempo della Luna crescente per rendere efficace la loro virtù medicinale; ma non abbiamo la menoma ripugnanza a tener per fermo, che producendo la Luna de' notabili cangiamenti nell' atmosfera per virtù della sua forza attrattiva, è capace benanche d'influire sulla formazione, o modificazione delle meteore, e di cagionare delle alterazioni nel nostro individuo, su cui ha l'aria un deciso, e notabile dominio. Se la ragione ce lo persuade, lo compruovano vie maggiormente le osservazioni, tra le quali meritano in primo luogo di esser consultate quelle del Signor Abate Toaldo, Professore insigne di Astronomia nella Università di Padova, nelle sue Opere *meteorologiche*.

*Fine del Tomo I.*

# INDICE

Delle Lezioni, e degli Articoli contenuti in questo Volume.

VOLA I.
Fig. 2.
Fig. 4.
Fig. 6.
Fig. 9.
Filip de Grado inc.

TAVOLA II.
Fig. 11.
Fig. 13.
Fig. 15.
Fig. 17.
Fig. 16.

TAVOLA III.
Fig. 19.
Fig. 23.
Fig. 22.
Fig. 25.
Fig. 27.
de Grado inc.

TAVOLA IV.
Fig. 29.
D
E
F
A
C
X
H
Z
B
I
V
C
D
K
A
Fig. 31
C
B
A
E
F
D
R
E
G
H
I
I
NAPOLI
K
Fig. 32.
D
de Grado inc.

TAVOLA V.
Stelle fisse
Saturno
Giove
Marte
Sole
Venere
Mercurio
Luna
Terra
Fig. 7.
Fig. 5

K
I
F
S
E
H
C
A
Fig. 3
Cometa del 1680
Satur
Fig. 6
A
B
a
b
D
E

TAVOI
a
b
Fig. 2
EST
Archimedes
D
EST
E

VOLA VIII.

Fig. 3.

Zona
Zona
Zone Temperate
Zona Frigida
Torrida
Torrida
Temperata
NORD
EST